

(19)

(11) Publication number: **200**

Generated Document

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(21) Application number: **2000182199**

(51) Intl. Cl.: **H01L 21/304 B24B 37/04**

(22) Application date: **16.06.00**

(30) Priority:

(43) Date of application publication: **11.01.02**

(84) Designated contracting states:

(71) Applicant: **NEC CORP**

(72) Inventor: **HASEGAWA KOICHI  
MIHASHI HIDEO  
OKAWA KATSUHISA**

(74) Representative:

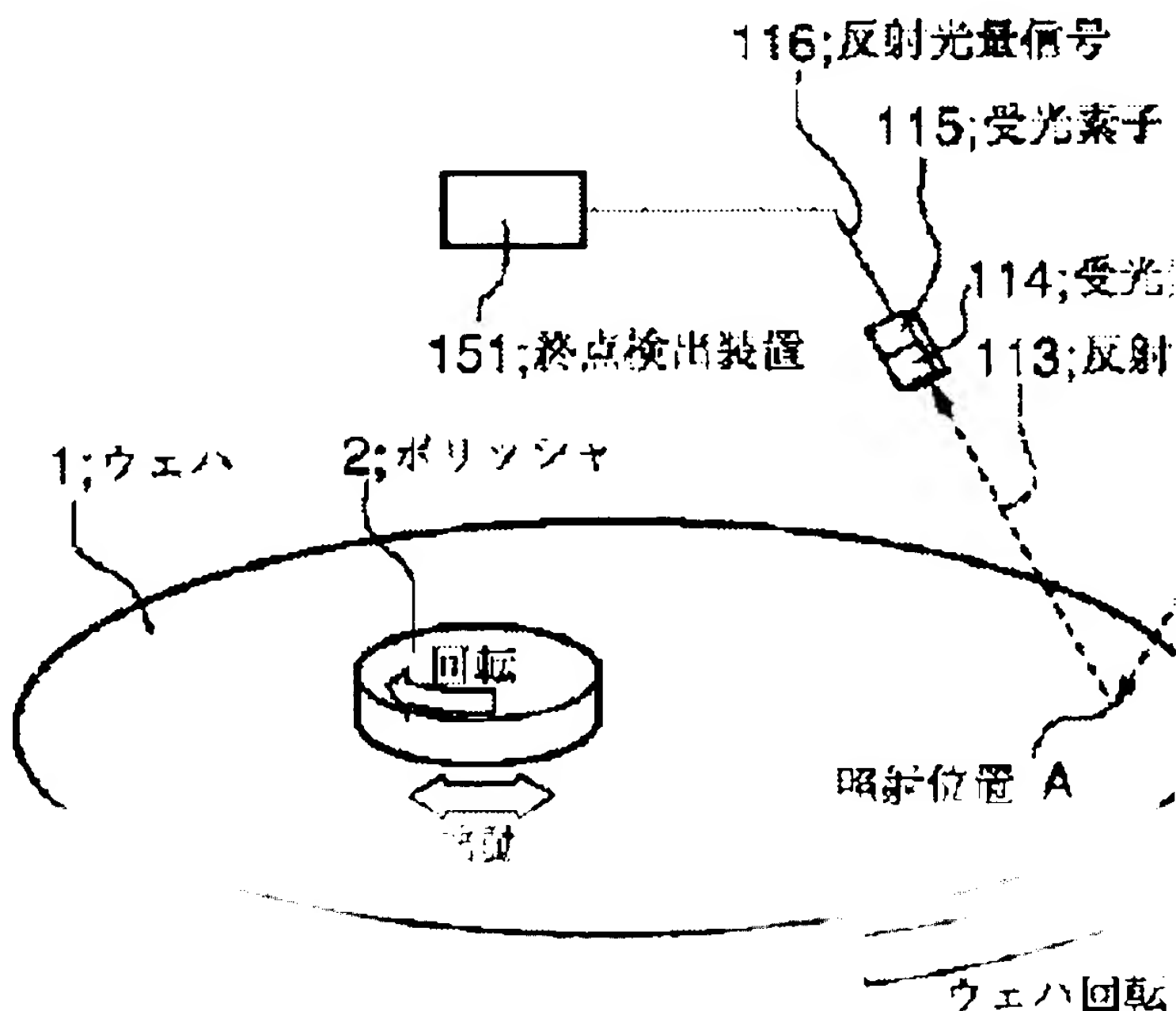
## (54) METHOD AND DEVICE FOR DETECTING POLISHING END POINT OF SEMICONDUCTOR WAFER

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method and device for detecting the polishing end point of a semiconductor wafer by which the polishing end can be accurately detected by regarding the removal of a barrier film on an insulating film as the polishing end point.

**SOLUTION:** Detection light of a specified wavelength generated by a light source 111 is applied to an arbitrary position of a semiconductor wafer 1 by a specified system, and the distribution of progress of polishing on the surface of the wafer 1 is measured by using at least one measuring system which gathers a light beam of reflected light regularly reflected in the position of

... changed according to the polishing distribution on the surface of the semiconductor wafer 1 for obtaining an optimum polishing result. For



an optimum polishing result. For example, a polishing end point in an arbitrary position on the wafer polishing surface is detected (by an end point device 151) for finishing polishing, or the polishing is finished in a polishing end point where the polishing is the latest. Also, the device transfers information on the wafer polishing distribution to a CMP device 900 with the intention of reducing nonuniformity of polishing.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-9030

(P2002-9030A)

(43) 公開日 平成14年1月11日 (2002.1.11)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テームド (参考)

H 0 1 L 21/304

6 2 2

H 0 1 L 21/304

6 2 2 S

3 C 0 5 8

B 2 4 B 37/04

B 2 4 B 37/04

K

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2000-182199 (P2000-182199)

(22) 出願日 平成12年6月16日 (2000.6.16)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 長谷川 功一

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 三橋 秀男

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100108578

弁理士 高橋 詔男 (外3名)

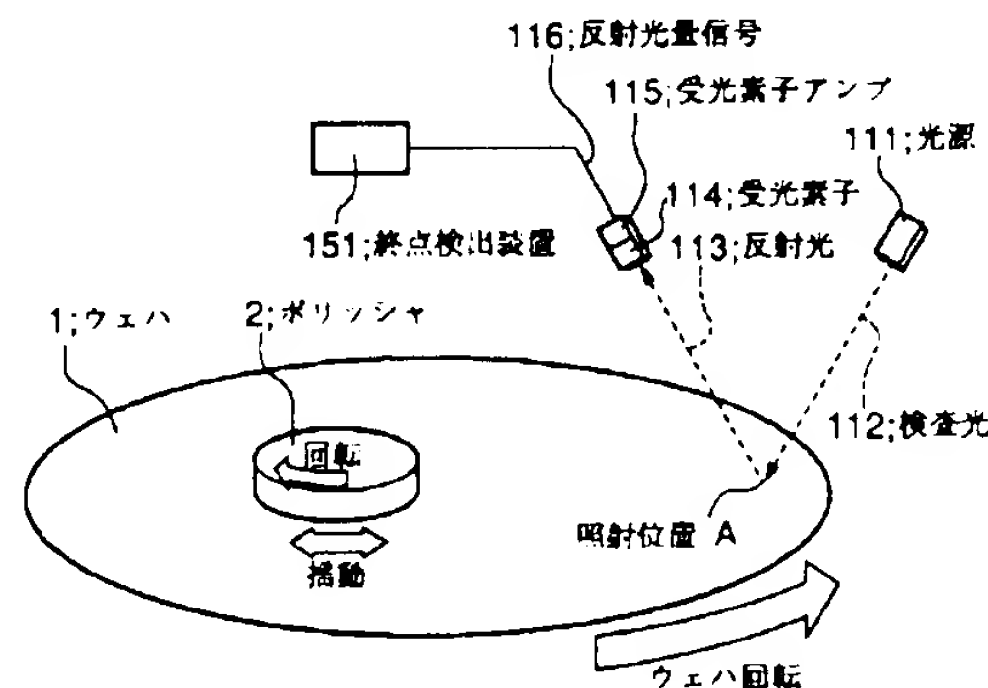
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体ウェハの研磨終点検出方法ならびにその装置

(57) 【要約】

【課題】 絶縁膜上のバリア膜が除去されたことを研磨終点として、精度良く検出することのできる半導体ウェハの研磨終点検出方法ならびにその装置を提供する。

【解決手段】 光源111によって生成される所定波長の検査光を半導体ウェハ1上の任意位置に所定の系で照射し、照射位置で正反射された反射光の光束を受光素子114に集光する一つ以上の測定系を用い、ウェハ1面上の研磨進行状況の分布を計測し、ウェハ研磨面上の任意位置の研磨終点を検出 (終点検出装置151) して研磨終了としたり、研磨が最も遅い部分の研磨終点で研磨を終させる等、半導体ウェハ表面上の研磨分布により研磨終点を適宜変え、最適な研磨結果が得られるようにしたり、研磨ムラを減らす意図でCMP装置900にウェハ研磨分布情報を伝える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体ウェハ上に配線を形成する際に用いる化学的機械的研磨プロセスにおいて、

1以上の測定系を用いて前記半導体ウェハ面上の研磨進行状況の分布を測定し、その結果に従い研磨終点を適宜変更し、最適な研磨結果を得ることを特徴とする半導体ウェハの研磨終点検出方法。

【請求項2】 前記測定系は、光源によって生成される所定波長の検査光を半導体ウェハ上の任意位置に所定の径で照射し、前記照射位置で正反射された反射光の光束を受光素子に集光する光学装置を用いることを特徴とする請求項1に記載の半導体ウェハの研磨終点検出方法。

【請求項3】 前記研磨終点は、前記反射光量を入力として得、半導体ウェハ1回転分の反射光量を平均化してデータとして出力し、

前記平均データのうち、現時点の値を含み、所定数過去に遡った複数データの平均的傾きを算出して傾きデータとして出力し、

前記傾きデータから平均データの上昇を検出し、当該平均データ上昇後、平均データが安定することを検出して研磨終点と判断することを特徴とする請求項1または2に記載の半導体ウェハの研磨終点検出方法。

【請求項4】 前記平均データの上昇は、前記傾きデータが正の値か否かを検出するために予め0近傍の閾値を決めておき、傾きデータと前記閾値との比較を行うことにより、前記傾きデータが前記閾値より大きいと否かを判断し、前記閾値を所定回数連続して越えたときに平均データが上昇したと判断することを特徴とする請求項3に記載の半導体ウェハの研磨終点検出方法。

【請求項5】 前記平均データの安定は、前記傾きデータをチェックして最大であれば、その傾きデータを最大として保持し、その傾きデータが、傾きデータの最大値に所定倍率乗じた値より小さいことを所定回数満たすことにより研磨終点として検出することを特徴とする請求項3に記載の半導体ウェハの研磨終点検出方法。

【請求項6】 ある計測点に対して1以上の計測を行い、その計測データを他の計測点の研磨終点判定に用い、前記他の計測点における研磨終点を推定することを特徴とする請求項1に記載の半導体ウェハの研磨終点検出方法。

【請求項7】 1以上の測定系を用いて前記半導体ウェハ面上の各点における研磨終点の検出を行い、前記研磨中に研磨進行度合いを表示することを特徴とする請求項1に記載の半導体ウェハの研磨終点検出方法。

【請求項8】 前記研磨終点検出装置は、前記研磨中に研磨進行度合いを表示し、前記表示された研磨進行状態を考慮して最適な研磨終点の検出を行うことを特徴とする半導体ウェハの研磨終点検出装置。

前記金属配線形成後、配線以外の絶縁膜上のバリア膜が除去されていない半導体ウェハを対象に、1以上の測定系を用いて前記半導体ウェハ面上各点における研磨終点を検出し、

前記研磨中に研磨進行度合いを表示し、前記表示された研磨進行状態を考慮して最適な研磨終点の検出を行うことを特徴とする半導体ウェハの研磨終点検出方法。

【請求項9】 少なくとも一つの測定系を用い反射光量を測定することによって前記半導体ウェハ面上の各点における研磨終点の検出を行い、

前記反射光量が緩やかに低下する場合に研磨終点として検出することなく、研磨開始から所定時間経過しても研磨終点を検出できなかった場合に強制的に研磨を終了することを特徴とする請求項8に記載の半導体ウェハの研磨終点検出方法。

【請求項10】 前記反射光量を入力として得、半導体ウェハ1回転分の反射光量を平均化してデータとして保持し、1回転毎に得られる平均データと前記保持された平均データを比較し、所定の割合以上の変動があった時にのみ前記研磨終点の検出を行うことを特徴とする請求項8または9に記載の半導体ウェハの研磨終点検出方法。

【請求項11】 半導体ウェハ上に配線を形成する際に用いる化学的機械的研磨装置において、光源によって生成される所定波長の検査光を半導体ウェハ上の任意位置に所定の径で照射し、前記照射位置で正反射された反射光の光束を受光素子に集光する1以上の測定装置と、

前記1以上の測定系を用いて前記半導体ウェハ面上の研磨進行状況の分布を測定し、その結果に従い研磨終点を適宜変更して最適な研磨結果を得る終点検出装置とを備えたことを特徴とする半導体ウェハの研磨終点検出装置。

【請求項12】 前記終点検出装置は、反射光量を入力として得、半導体ウェハ1回転分の反射光量を平均化してデータとして出力する平均値算出部と、

前記平均データのうち、現時点の値を含み、所定数過去に遡った複数データの平均的傾きを算出して傾きデータとして出力する傾き算出部と、

前記傾きデータから平均データの上昇を検出し、当該平均データ上昇後、前記平均データが安定することを検出して研磨終点と判断するアルゴリズム演算部とを備えることを特徴とする請求項11に記載の半導体ウェハの研磨終点検出装置。

【請求項13】 前記研磨終点検出装置は、前記研磨中に研磨進行度合いを表示し、前記表示された研磨進行状態を考慮して最適な研磨終点の検出を行うことを特徴とする半導体ウェハの研磨終点検出装置。

前記終点検出装置は、  
 前記それぞれの測定装置から反射光量を入力として得、  
 それぞれの平均データに所定のアルゴリズムに従う研磨  
 終点検出を行い、同時に平均データ間の差を算出し、差  
 分データとして記憶し出力する差分算出部と、  
 前記差分データを入力とし、複数点の平均的傾きを算出  
 して差の傾きデータとして記憶し出力する差の傾き算出  
 部と、  
 前記差の傾きデータの時間変化から研磨終点を検出し、  
 終点検出信号として出力するアルゴリズム演算部とを備  
 えることを特徴とする請求項11に記載の半導体ウェハ  
 の研磨終点検出装置。

【請求項14】 前記アルゴリズム演算部は、0近傍を  
 判定する値を終点判定閾値として、差の傾きデータの絶  
 対値が連続して所定回数以上終点判定閾値以内の値であ  
 った場合、前記差の傾きデータの絶対値が所定値以上にな  
 ったからの通算で所定回数以上終点判定閾値以内の値  
 になった場合、前記差の傾きデータが終点判定閾値以内  
 になる割合が所定割合以上になった場合のいずれか1に  
 相当したときに研磨が終了したと判定することを特徴と  
 する請求項13に記載の半導体ウェハの研磨終点検出装  
 置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体ウェハ表面  
 に形成された各種薄膜の化学的機械的研磨を行うときの  
 半導体ウェハの研磨終点検出方法ならびにその装置に関  
 する。

【0002】

【従来の技術】半導体ウェハをCMP（化学的機械的研  
 磨）装置により研磨する際に、配線幅が微細化するのに  
 伴い配線中央が削れすぎて配線部分の中央がへこむディ  
 ッシングと呼ばれる影響や、配線が集中するのに伴い密  
 集した配線エリアの中心部分が削れすぎて、削れすぎた  
 配線の断面積が小さくなるエロージョンと呼ばれる影響  
 が無視できなくなってきた。このため、複数の膜を研磨  
 する際に膜毎に効率の良い研磨液を用いて研磨する複数  
 のステップに分割した研磨方法が採られるようになった。  
 半導体ウェハの化学的機械的研磨の終点を検出する  
 先行技術に特開平11-345791号がある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記した従来例によれ  
 ば、金属膜、バリア膜、絶縁膜等半導体ウェハ表面に形  
 成された薄膜の全てを一回の研磨により終点検出を行  
 う。従って、分割研磨により金属膜除去後のウェハを対  
 象とした研磨終点を検出できない。

図1は、図1の絶縁膜、図2は、図2の金属膜、図3は、  
 図3の絶縁膜、図4は、図4の金属膜、図5は、図5の絶縁膜、  
 図6は、図6の金属膜、図7は、図7の絶縁膜、図8は、  
 図8の金属膜、図9は、図9の絶縁膜、図10は、図10の金属膜、  
 図11は、図11の絶縁膜、図12は、図12の金属膜、図13は、  
 図13の絶縁膜、図14は、図14の金属膜、図15は、図15の絶縁膜、  
 図16は、図16の金属膜、図17は、図17の絶縁膜、図18は、  
 図18の金属膜、図19は、図19の絶縁膜、図20は、図20の金属膜、  
 図21は、図21の絶縁膜、図22は、図22の金属膜、図23は、  
 図23の絶縁膜、図24は、図24の金属膜、図25は、図25の絶縁膜、  
 図26は、図26の金属膜、図27は、図27の絶縁膜、図28は、  
 図28の金属膜、図29は、図29の絶縁膜、図30は、図30の金属膜、  
 図31は、図31の絶縁膜、図32は、図32の金属膜、図33は、  
 図33の絶縁膜、図34は、図34の金属膜、図35は、図35の絶縁膜、  
 図36は、図36の金属膜、図37は、図37の絶縁膜、図38は、  
 図38の金属膜、図39は、図39の絶縁膜、図40は、図40の金属膜、  
 図41は、図41の絶縁膜、図42は、図42の金属膜、図43は、  
 図43の絶縁膜、図44は、図44の金属膜、図45は、図45の絶縁膜、  
 図46は、図46の金属膜、図47は、図47の絶縁膜、図48は、  
 図48の金属膜、図49は、図49の絶縁膜、図50は、図50の金属膜、  
 図51は、図51の絶縁膜、図52は、図52の金属膜、図53は、  
 図53の絶縁膜、図54は、図54の金属膜、図55は、図55の絶縁膜、  
 図56は、図56の金属膜、図57は、図57の絶縁膜、図58は、  
 図58の金属膜、図59は、図59の絶縁膜、図60は、図60の金属膜、  
 図61は、図61の絶縁膜、図62は、図62の金属膜、図63は、  
 図63の絶縁膜、図64は、図64の金属膜、図65は、図65の絶縁膜、  
 図66は、図66の金属膜、図67は、図67の絶縁膜、図68は、  
 図68の金属膜、図69は、図69の絶縁膜、図70は、図70の金属膜、  
 図71は、図71の絶縁膜、図72は、図72の金属膜、図73は、  
 図73の絶縁膜、図74は、図74の金属膜、図75は、図75の絶縁膜、  
 図76は、図76の金属膜、図77は、図77の絶縁膜、図78は、  
 図78の金属膜、図79は、図79の絶縁膜、図80は、図80の金属膜、  
 図81は、図81の絶縁膜、図82は、図82の金属膜、図83は、  
 図83の絶縁膜、図84は、図84の金属膜、図85は、図85の絶縁膜、  
 図86は、図86の金属膜、図87は、図87の絶縁膜、図88は、  
 図88の金属膜、図89は、図89の絶縁膜、図90は、図90の金属膜、  
 図91は、図91の絶縁膜、図92は、図92の金属膜、図93は、  
 図93の絶縁膜、図94は、図94の金属膜、図95は、図95の絶縁膜、  
 図96は、図96の金属膜、図97は、図97の絶縁膜、図98は、  
 図98の金属膜、図99は、図99の絶縁膜、図100は、図100の金属膜、  
 図101は、図101の絶縁膜、図102は、図102の金属膜、図103は、  
 図103の絶縁膜、図104は、図104の金属膜、図105は、図105の絶縁膜、  
 図106は、図106の金属膜、図107は、図107の絶縁膜、図108は、  
 図108の金属膜、図109は、図109の絶縁膜、図110は、図110の金属膜、  
 図111は、図111の絶縁膜、図112は、図112の金属膜、図113は、  
 図113の絶縁膜、図114は、図114の金属膜、図115は、図115の絶縁膜、  
 図116は、図116の金属膜、図117は、図117の絶縁膜、図118は、  
 図118の金属膜、図119は、図119の絶縁膜、図120は、図120の金属膜、  
 図121は、図121の絶縁膜、図122は、図122の金属膜、図123は、  
 図123の絶縁膜、図124は、図124の金属膜、図125は、図125の絶縁膜、  
 図126は、図126の金属膜、図127は、図127の絶縁膜、図128は、  
 図128の金属膜、図129は、図129の絶縁膜、図130は、図130の金属膜、  
 図131は、図131の絶縁膜、図132は、図132の金属膜、図133は、  
 図133の絶縁膜、図134は、図134の金属膜、図135は、図135の絶縁膜、  
 図136は、図136の金属膜、図137は、図137の絶縁膜、図138は、  
 図138の金属膜、図139は、図139の絶縁膜、図140は、図140の金属膜、  
 図141は、図141の絶縁膜、図142は、図142の金属膜、図143は、  
 図143の絶縁膜、図144は、図144の金属膜、図145は、図145の絶縁膜、  
 図146は、図146の金属膜、図147は、図147の絶縁膜、図148は、  
 図148の金属膜、図149は、図149の絶縁膜、図150は、図150の金属膜、  
 図151は、図151の絶縁膜、図152は、図152の金属膜、図153は、  
 図153の絶縁膜、図154は、図154の金属膜、図155は、図155の絶縁膜、  
 図156は、図156の金属膜、図157は、図157の絶縁膜、図158は、  
 図158の金属膜、図159は、図159の絶縁膜、図160は、図160の金属膜、  
 図161は、図161の絶縁膜、図162は、図162の金属膜、図163は、  
 図163の絶縁膜、図164は、図164の金属膜、図165は、図165の絶縁膜、  
 図166は、図166の金属膜、図167は、図167の絶縁膜、図168は、  
 図168の金属膜、図169は、図169の絶縁膜、図170は、図170の金属膜、  
 図171は、図171の絶縁膜、図172は、図172の金属膜、図173は、  
 図173の絶縁膜、図174は、図174の金属膜、図175は、図175の絶縁膜、  
 図176は、図176の金属膜、図177は、図177の絶縁膜、図178は、  
 図178の金属膜、図179は、図179の絶縁膜、図180は、図180の金属膜、  
 図181は、図181の絶縁膜、図182は、図182の金属膜、図183は、  
 図183の絶縁膜、図184は、図184の金属膜、図185は、図185の絶縁膜、  
 図186は、図186の金属膜、図187は、図187の絶縁膜、図188は、  
 図188の金属膜、図189は、図189の絶縁膜、図190は、図190の金属膜、  
 図191は、図191の絶縁膜、図192は、図192の金属膜、図193は、  
 図193の絶縁膜、図194は、図194の金属膜、図195は、図195の絶縁膜、  
 図196は、図196の金属膜、図197は、図197の絶縁膜、図198は、  
 図198の金属膜、図199は、図199の絶縁膜、図200は、図200の金属膜、  
 図201は、図201の絶縁膜、図202は、図202の金属膜、図203は、  
 図203の絶縁膜、図204は、図204の金属膜、図205は、図205の絶縁膜、  
 図206は、図206の金属膜、図207は、図207の絶縁膜、図208は、  
 図208の金属膜、図209は、図209の絶縁膜、図210は、図210の金属膜、  
 図211は、図211の絶縁膜、図212は、図212の金属膜、図213は、  
 図213の絶縁膜、図214は、図214の金属膜、図215は、図215の絶縁膜、  
 図216は、図216の金属膜、図217は、図217の絶縁膜、図218は、  
 図218の金属膜、図219は、図219の絶縁膜、図220は、図220の金属膜、  
 図221は、図221の絶縁膜、図222は、図222の金属膜、図223は、  
 図223の絶縁膜、図224は、図224の金属膜、図225は、図225の絶縁膜、  
 図226は、図226の金属膜、図227は、図227の絶縁膜、図228は、  
 図228の金属膜、図229は、図229の絶縁膜、図230は、図230の金属膜、  
 図231は、図231の絶縁膜、図232は、図232の金属膜、図233は、  
 図233の絶縁膜、図234は、図234の金属膜、図235は、図235の絶縁膜、  
 図236は、図236の金属膜、図237は、図237の絶縁膜、図238は、  
 図238の金属膜、図239は、図239の絶縁膜、図240は、図240の金属膜、  
 図241は、図241の絶縁膜、図242は、図242の金属膜、図243は、  
 図243の絶縁膜、図244は、図244の金属膜、図245は、図245の絶縁膜、  
 図246は、図246の金属膜、図247は、図247の絶縁膜、図248は、  
 図248の金属膜、図249は、図249の絶縁膜、図250は、図250の金属膜、  
 図251は、図251の絶縁膜、図252は、図252の金属膜、図253は、  
 図253の絶縁膜、図254は、図254の金属膜、図255は、図255の絶縁膜、  
 図256は、図256の金属膜、図257は、図257の絶縁膜、図258は、  
 図258の金属膜、図259は、図259の絶縁膜、図260は、図260の金属膜、  
 図261は、図261の絶縁膜、図262は、図262の金属膜、図263は、  
 図263の絶縁膜、図264は、図264の金属膜、図265は、図265の絶縁膜、  
 図266は、図266の金属膜、図267は、図267の絶縁膜、図268は、  
 図268の金属膜、図269は、図269の絶縁膜、図270は、図270の金属膜、  
 図271は、図271の絶縁膜、図272は、図272の金属膜、図273は、  
 図273の絶縁膜、図274は、図274の金属膜、図275は、図275の絶縁膜、  
 図276は、図276の金属膜、図277は、図277の絶縁膜、図278は、  
 図278の金属膜、図279は、図279の絶縁膜、図280は、図280の金属膜、  
 図281は、図281の絶縁膜、図282は、図282の金属膜、図283は、  
 図283の絶縁膜、図284は、図284の金属膜、図285は、図285の絶縁膜、  
 図286は、図286の金属膜、図287は、図287の絶縁膜、図288は、  
 図288の金属膜、図289は、図289の絶縁膜、図290は、図290の金属膜、  
 図291は、図291の絶縁膜、図292は、図292の金属膜、図293は、  
 図293の絶縁膜、図294は、図294の金属膜、図295は、図295の絶縁膜、  
 図296は、図296の金属膜、図297は、図297の絶縁膜、図298は、  
 図298の金属膜、図299は、図299の絶縁膜、図300は、図300の金属膜、  
 図301は、図301の絶縁膜、図302は、図302の金属膜、図303は、  
 図303の絶縁膜、図304は、図304の金属膜、図305は、図305の絶縁膜、  
 図306は、図306の金属膜、図307は、図307の絶縁膜、図308は、  
 図308の金属膜、図309は、図309の絶縁膜、図310は、図310の金属膜、  
 図311は、図311の絶縁膜、図312は、図312の金属膜、図313は、  
 図313の絶縁膜、図314は、図314の金属膜、図315は、図315の絶縁膜、  
 図316は、図316の金属膜、図317は、図317の絶縁膜、図318は、  
 図318の金属膜、図319は、図319の絶縁膜、図320は、図320の金属膜、  
 図321は、図321の絶縁膜、図322は、図322の金属膜、図323は、  
 図323の絶縁膜、図324は、図324の金属膜、図325は、図325の絶縁膜、  
 図326は、図326の金属膜、図327は、図327の絶縁膜、図328は、  
 図328の金属膜、図329は、図329の絶縁膜、図330は、図330の金属膜、  
 図331は、図331の絶縁膜、図332は、図332の金属膜、図333は、  
 図333の絶縁膜、図334は、図334の金属膜、図335は、図335の絶縁膜、  
 図336は、図336の金属膜、図337は、図337の絶縁膜、図338は、  
 図338の金属膜、図339は、図339の絶縁膜、図340は、図340の金属膜、  
 図341は、図341の絶縁膜、図342は、図342の金属膜、図343は、  
 図343の絶縁膜、図344は、図344の金属膜、図345は、図345の絶縁膜、  
 図346は、図346の金属膜、図347は、図347の絶縁膜、図348は、  
 図348の金属膜、図349は、図349の絶縁膜、図350は、図350の金属膜、  
 図351は、図351の絶縁膜、図352は、図352の金属膜、図353は、  
 図353の絶縁膜、図354は、図354の金属膜、図355は、図355の絶縁膜、  
 図356は、図356の金属膜、図357は、図357の絶縁膜、図358は、  
 図358の金属膜、図359は、図359の絶縁膜、図360は、図360の金属膜、  
 図361は、図361の絶縁膜、図362は、図362の金属膜、図363は、  
 図363の絶縁膜、図364は、図364の金属膜、図365は、図365の絶縁膜、  
 図366は、図366の金属膜、図367は、図367の絶縁膜、図368は、  
 図368の金属膜、図369は、図369の絶縁膜、図370は、図370の金属膜、  
 図371は、図371の絶縁膜、図372は、図372の金属膜、図373は、  
 図373の絶縁膜、図374は、図374の金属膜、図375は、図375の絶縁膜、  
 図376は、図376の金属膜、図377は、図377の絶縁膜、図378は、  
 図378の金属膜、図379は、図379の絶縁膜、図380は、図380の金属膜、  
 図381は、図381の絶縁膜、図382は、図382の金属膜、図383は、  
 図383の絶縁膜、図384は、図384の金属膜、図385は、図385の絶縁膜、  
 図386は、図386の金属膜、図387は、図387の絶縁膜、図388は、  
 図388の金属膜、図389は、図389の絶縁膜、図390は、図390の金属膜、  
 図391は、図391の絶縁膜、図392は、図392の金属膜、図393は、  
 図393の絶縁膜、図394は、図394の金属膜、図395は、図395の絶縁膜、  
 図396は、図396の金属膜、図397は、図397の絶縁膜、図398は、  
 図398の金属膜、図399は、図399の絶縁膜、図400は、図400の金属膜、  
 図401は、図401の絶縁膜、図402は、図402の金属膜、図403は、  
 図403の絶縁膜、図404は、図404の金属膜、図405は、図405の絶縁膜、  
 図406は、図406の金属膜、図407は、図407の絶縁膜、図408は、  
 図408の金属膜、図409は、図409の絶縁膜、図410は、図410の金属膜、  
 図411は、図411の絶縁膜、図412は、図412の金属膜、図413は、  
 図413の絶縁膜、図414は、図414の金属膜、図415は、図415の絶縁膜、  
 図416は、図416の金属膜、図417は、図417の絶縁膜、図418は、  
 図418の金属膜、図419は、図419の絶縁膜、図420は、図420の金属膜、  
 図421は、図421の絶縁膜、図422は、図422の金属膜、図423は、  
 図423の絶縁膜、図424は、図424の金属膜、図425は、図425の絶縁膜、  
 図426は、図426の金属膜、図427は、図427の絶縁膜、図428は、  
 図428の金属膜、図429は、図429の絶縁膜、図430は、図430の金属膜、  
 図431は、図431の絶縁膜、図432は、図432の金属膜、図433は、  
 図433の絶縁膜、図434は、図434の金属膜、図435は、図435の絶縁膜、  
 図436は、図436の金属膜、図437は、図437の絶縁膜、図438は、  
 図438の金属膜、図439は、図439の絶縁膜、図440は、図440の金属膜、  
 図441は、図441の絶縁膜、図442は、図442の金属膜、図443は、  
 図443の絶縁膜、図444は、図444の金属膜、図445は、図445の絶縁膜、  
 図446は、図446の金属膜、図447は、図447の絶縁膜、図448は、  
 図448の金属膜、図449は、図449の絶縁膜、図450は、図450の金属膜、  
 図451は、図451の絶縁膜、図452は、図452の金属膜、図453は、  
 図453の絶縁膜、図454は、図454の金属膜、図455は、図455の絶縁膜、  
 図456は、図456の金属膜、図457は、図457の絶縁膜、図458は、  
 図458の金属膜、図459は、図459の絶縁膜、図460は、図460の金属膜、  
 図461は、図461の絶縁膜、図462は、図462の金属膜、図463は、  
 図463の絶縁膜、図464は、図464の金属膜、図465は、図465の絶縁膜、  
 図466は、図466の金属膜、図467は、図467の絶縁膜、図468は、  
 図468の金属膜、図469は、図469の絶縁膜、図470は、図470の金属膜、  
 図471は、図471の絶縁膜、図472は、図472の金属膜、図473は、  
 図473の絶縁膜、図474は、図474の金属膜、図475は、図475の絶縁膜、  
 図476は、図476の金属膜、図477は、図477の絶縁膜、図478は、  
 図478の金属膜、図479は、図479の絶縁膜、図480は、図480の金属膜、  
 図481は、図481の絶縁膜、図482は、図482の金属膜、図483は、  
 図483の絶縁膜、図484は、図484の金属膜、図485は、図485の絶縁膜、  
 図486は、図486の金属膜、図487は、図487の絶縁膜、図488は、  
 図488の金属膜、図489は、図489の絶縁膜、図490は、図490の金属膜、  
 図491は、図491の絶縁膜、図492は、図492の金属膜、図493は、  
 図493の絶縁膜、図494は、図494の金属膜、図495は、図495の絶縁膜、  
 図496は、図496の金属膜、図497は、図497の絶縁膜、図498は、  
 図498の金属膜、図499は、図499の絶縁膜、図500は、図500の金属膜、  
 図501は、図501の絶縁膜、図502は、図502の金属膜、図503は、  
 図503の絶縁膜、図504は、図504の金属膜、図505は、図505の絶縁膜、  
 図506は、図506の金属膜、図507は、図507の絶縁膜、図508は、  
 図508の金属膜、図509は、図509の絶縁膜、図510は、図510の金属膜、  
 図511は、図511の絶縁膜、図512は、図512の金属膜、図513は、  
 図513の絶縁膜、図514は、図514の金属膜、図515は、図515の絶縁膜、  
 図516は、図516の金属膜、図517は、図517の絶縁膜、図518は、  
 図518の金属膜、図519は、図519の絶縁膜、図520は、図520の金属膜、  
 図521は、図521の絶縁膜、図522は、図522の金属膜、図523は、  
 図523の絶縁膜、図524は、図524の金属膜、図525は、図525の絶縁膜、  
 図526は、図526の金属膜、図527は、図527の絶縁膜、図528は、  
 図528の金属膜、図529は、図529の絶縁膜、図530は、図530の金属膜、  
 図531は、図531の絶縁膜、図532は、図532の金属膜、図533は、  
 図533の絶縁膜、図534は、図534の金属膜、図535は、図535の絶縁膜、  
 図536は、図536の金属膜、図537は、図537の絶縁膜、図538は、  
 図538の金属膜、図539は、図539の絶縁膜、図540は、図540の金属膜、  
 図541は、図541の絶縁膜、図542は、図542の金属膜、図543は、  
 図543の絶縁膜、図544は、図544の金属膜、図545は、図545の絶縁膜、  
 図546は、図546の金属膜、図547は、図547の絶縁膜、図548は、  
 図548の金属膜、図549は、図549の絶縁膜、図550は、図550の金属膜、  
 図551は、図551の絶縁膜、図552は、図552の金属膜、図553は、  
 図553の絶縁膜、図554は、図554の金属膜、図555は、図555の絶縁膜、  
 図556は、図556の金属膜、図557は、図557の絶縁膜、図558は、  
 図558の金属膜、図559は、図559の絶縁膜、図560は、図560の金属膜、  
 図561は、図561の絶縁膜、図562は、図562の金属膜、図563は、  
 図563の絶縁膜、図564は、図564の金属膜、図565は、図565の絶縁膜、  
 図566は、図566の金属膜、図567は、図567の絶縁膜、図568は、  
 図568の金属膜、図569は、図569の絶縁膜、図570は、図570の金属膜、  
 図571は、図571の絶縁膜、図572は、図572の金属膜、図573は、  
 図573の絶縁膜、図574は、図574の金属膜、図575は、図575の絶縁膜、  
 図576は、図576の金属膜、図577は、図577の絶縁膜、図578は、  
 図578の金属膜、図579は、図579の絶縁膜、図580は、図580の金属膜、  
 図581は、図581の絶縁膜、図582は、図582の金属膜、図583は、  
 図583の絶縁膜、図584は、図584の金属膜、図585は、図585の絶縁膜、  
 図586は、図586の金属膜、図587は、図587の絶縁膜、図588は、  
 図588の金属膜、図589は、図589の絶縁膜、図590は、図590の金属膜、  
 図591は、図591の絶縁膜、図592は、図592の金属膜、図593は、  
 図593の絶縁膜、図594は、図594の金属膜、図595は、図595の絶縁膜、  
 図596は、図596の金属膜、図597は、図597の絶縁膜、図598は、  
 図598の金属膜、図599は、図599の絶縁膜、図600は、図600の金属膜、  
 図601は、図601の絶縁膜、図602は、図602の金属膜、図603は、  
 図603の絶縁膜、図604は、図604の金属膜、図605は、図605の絶縁膜、  
 図606は、図606の金属膜、図607は、図607の絶縁膜、図608は、  
 図608の金属膜、図609は、図609の絶縁膜、図610は、図610の金属膜、  
 図611は、図611の絶縁膜、図612は、図612の金属膜、図613は、  
 図613の絶縁膜、図614は、図614の金属膜、図615は、図615の絶縁膜、  
 図616は、図616の金属膜、図617は、図617の絶縁膜、図618は、  
 図618の金属膜、図619は、図619の絶縁膜、図620は、図620の金属膜、  
 図621は、図621の絶縁膜、図622は、図622の金属膜、図623は、  
 図623の絶縁膜、図624は、図624の金属膜、図625は、図625の絶縁膜、  
 図626は、図626の金属膜、図627は、図627の絶縁膜、図628は、  
 図628の金属膜、図629は、図629の絶縁膜、図630は、図630の金属膜、  
 図631は、図631の絶縁膜、図632は、図632の金属膜、図633は、  
 図633の絶縁膜、図634は、図634の金属膜、図635は、図635の絶縁膜、  
 図636は、図636の金属膜、図637は、図637の絶縁膜、図638は、  
 図638の金属膜、図639は、図639の絶縁膜、図640は、図640の金属膜、  
 図641は、図641の絶縁膜、図642は、図642の金属膜、図643は、  
 図643の絶縁膜、図644は、図644の金属膜、図645は、図645の絶縁膜、  
 図646は、図646の金属膜、図647は、図647の絶縁膜、図648は、  
 図648の金属膜、図649は、図649の絶縁膜、図650は、図650の金属膜、  
 図651は、図651の絶縁膜、図652は、図652の金属膜、図653は、  
 図653の絶縁膜、図654は、図654の金属膜、図655は、図655の絶縁膜、  
 図656は、図656の金属膜、図657は、図657の絶縁膜、図658は、  
 図658の金属膜、図659は、図659の絶縁膜、図660は、図660の金属膜、  
 図661は、図661の絶縁膜、図662は、図662の金属膜、図663は、  
 図663の絶縁膜、図664は、図664の金属膜、図665は、図665の絶縁膜、  
 図666は、図666の金属膜、図667は、図667の絶縁膜、図668は、  
 図668の金属膜、図669は、図669の絶縁膜、図670は、図670の金属膜、  
 図671は、図671の絶縁膜、図672は、図672の金属膜、図673は、



【0008】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決するために請求項1に記載の発明は、半導体ウェハ上に配線を形成する際に用いる化学的機械的研磨プロセスにおいて、1以上の測定系を用いて半導体ウェハ面上の研磨進行状況の分布を測定し、その結果に従い研磨終点を適宜変更し、最適な研磨結果を得ることとした。このことにより、1以上の測定系を用いてウェハ面上の研磨進行状況の分布を計測し、ウェハ研磨面上の任意位置の研磨終点を検出して研磨終了としたり、研磨が最も遅い部分の研磨終点で研磨を終了させる等、半導体ウェハ表面上の研磨分布により研磨終点を適宜変え、最適な研磨結果が得られるようにしたり、研磨ムラを減らす意図でCMP装置にウェハ研磨分布情報を伝えることができる。

【0009】請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の半導体ウェハの研磨終点検出方法において、前記測定系は、光源によって生成される所定波長の検査光を半導体ウェハ上の任意位置に所定の径で照射し、照射位置で正反射された反射光の光束を受光素子に集光する光学装置を用いることとした。このことにより、光源から照射された所定波長の検査光は、ウェハ上の照射位置に所定径で照射され、その照射位置で正反射された反射光の光束が受光素子の受光面にほぼ集光され、ウェハ表面上の研磨液表面の波などにより光が若干ゆらぎ、そのため径が多少変動してもほぼ全て受光素子に入り、ウェハ表面上における研磨進行状況の分布の精密な計測が可能となる。

【0010】請求項3に記載の発明は、請求項1または2に記載の半導体ウェハの研磨終点検出方法において、前記研磨終点は、反射光量を入力として得、半導体ウェハ1回転分の反射光量を平均化してデータとして出力し、平均データのうち、現時点の値を含み、所定数過去に遡った複数データの平均的傾きを算出して傾きデータとして出力し、傾きデータから平均データの上昇を検出し、当該平均データ上昇後、平均データが安定することを検出して研磨終点と判断することとした。

【0011】また、請求項4に記載の発明は、請求項3に記載の半導体ウェハの研磨終点検出方法において、前記平均データの上昇は、傾きデータが正の値か否かを検出するために予め0近傍の閾値を決めておき、傾きデータと閾値との比較を行うことにより、傾きデータが閾値より大きいと否かを判断し、閾値を所定回数連続して越えたときに平均データが上昇したと判断することとした。更に、請求項5に記載の発明は、請求項3に記載の半導体ウェハの研磨終点検出方法において、前記平均データの上昇は、傾きデータをチェックして最大であ

【0012】このことにより、平均データの上昇が小さい場合には、傾きデータの変化は0近傍で緩やかに変化することから傾きデータの最大は比較的小さな値となり、傾きデータ最大の値に所定倍率を乗じた閾値を用いることで、研磨終点、すなわち傾きデータが極力の近傍の閾値とすることができる。逆に平均データの上昇が大きい場合には、傾きデータの変化は急峻であることから傾きデータ最大の値は比較的大きな値となり、傾きデータ最大の値に所定倍率を乗じた閾値を用いることで、急峻な変化に対応した閾値とすることができ、研磨終点検出の精度を高めることが出来る。

【0013】請求項6に記載の発明は、請求項1に記載の半導体ウェハの研磨終点検出方法において、ある計測点に対して1以上の計測を行い、その計測データを他の計測点の研磨終点判定に用い、前記他の計測点における研磨終点を推定することとした。このことにより、ある計測点に対し2種類以上の計測を行っている場合、その計測データを他の計測点の研磨終点判定に役立て、同一半導体ウェハ上であれば、どの計測点でも同じ研磨進行度合での計測データは同じ計測方法毎に等しくなるため、他の計測点に対し、より少ない種類の計測を行い、多い種類の計測点と比べ、行っていない種類の計測値を共通する種類の計測値を元に推測し計測の種類を少なくできる。また、請求項7に記載の発明は、1以上の測定系を用いて前記半導体ウェハ表面上の各点における研磨終点の検出を行い、研磨中に研磨進行度合いを表示することとした。このことにより、研磨ムラの具合を研磨中に確認することができる。

【0014】請求項8に記載の発明は、絶縁膜を覆うように上位層に配線用金属が膜付けされ、当該金属膜と下位層の前記絶縁膜との間に前記金属膜の拡散を防ぐバリア膜が形成されて成る半導体ウェハの化学的機械的研磨プロセスにおいて、金属配線形成後、配線以外の絶縁膜上のバリア膜が除去されていない半導体ウェハを対象に、1以上の測定系を用いて前記半導体ウェハ面上各点における研磨終点を検出し、研磨中に研磨進行度合いを表示し、表示された研磨進行状態を考慮して最適な研磨終点の検出を行うこととした。このことにより、金属配線形成後ではあるが配線以外の絶縁膜上のバリア膜が除去されていない半導体ウェハを対象として、複数の測定系を用いてウェハ面上各点での研磨終点の検出を行い、研磨中に研磨進行度合を表示することで、研磨ムラの具合を研磨中に確認可能とし、更にウェハ面上各点における研磨状態を考慮し最適な研磨終点の検出を行うとともに、研磨中に研磨進行度合を把握し、研磨ムラを小さくする意図で前記装置に研磨分布情報を伝えることができる。

図1は、請求項1の発明の構成図。

図2は、請求項2の発明の構成図。

図3は、請求項3の発明のフローチャート。

図4は、請求項4の発明のフローチャート。



1回転の平均値を算出し、平均データ412として記憶し出力する平均値算出部411と、平均データ412の複数点の平均的傾きを算出して傾きデータ414として記憶し、出力する傾き算出部413と、傾きデータ414の時間変化から研磨終点を検出して終点検出信号415として出力する演算部416で構成される。

【0023】図2は、研磨対象である半導体ウェハ1表面の断面形状を示す一例である。図では、絶縁膜203を覆うように最上層に金属膜201がウェハ面上に膜付けされており、最上層の金属膜201と下層の絶縁膜203との間に金属膜の拡散を防止するためのバリア膜202が形成されている。半導体ウェハをCMP装置により研磨し、溝部分の金属膜を残すことで配線を形成する際に、配線幅が微細化するのに伴い配線中央が削れすぎて配線部分の中央がへこむディッシングと呼ばれる影響や、配線が集中するのに伴い密集した配線エリアの中心部分が削れすぎて、削れすぎた配線の断面積が小さくなるエロージョンと呼ばれる影響が無視できなくなっており、こういった影響を最小限にするために特定の膜を効率よく研磨する研磨液を用いて研磨を数ステップに分割して行うことは上述したとおりである。

【0024】図2に示す例では、1次研磨により金属膜201を効率よく研磨するが、バリア膜202は研磨されにくい研磨液を用いて1次研磨終点205を検出し、2次研磨ではバリア膜202を効率よく研磨するが金属膜201は研磨されにくい研磨液を用い、研磨中にディッシングやエロージョンの影響を起こしにくくした上で、1次研磨終点205の後に残った金属膜201である配線部分204以外の露出しているバリア膜202を研磨により除去した時点である研磨終点206を検出する。分割研磨を行う場合、次工程に渡す直前である研磨終点206において、研磨不足による配線部分の溝以外の絶縁膜203上にバリア膜202の残りがなく、かつ絶縁膜203の過研磨がないことが重要であり、本発明では、金属膜201を除去した後のウェハに対して精度良く研磨終点206を検出することを目的とすることは上述したとおりである。

【0025】図1に示す測定系として、光源111から照射された所定波長の検査光112は、ウェハ1上の照射位置Aに所定径で照射され、照射位置Aで正反射された反射光113の光束が受光素子114の受光面に集光する。そのために、光源111である半導体レーザを図示せぬコリメータレンズで平行光とし、かつビーム径変換光学系や光ヒームを所定径の穴などのマスクで覆うことで受光素子114の受光面より小さい所定径とする。

この時、ウェハ1表面上の研磨液表面の波などにより光が

度より十分小さい所定角で照射する。

【0026】光源111は、半導体レーザ以外に固体レーザや気体レーザなどの一般的なレーザを用いることが可能であり、平行光を出射するレーザであればコリメータレンズは不要である。必要に応じて反射ミラーなどを用いてポリッシュの揺動や研磨動作を阻害しないように光が通る光路を設計し構成する。光源111の波長は金属膜201での反射率になるべく大きく、バリア膜202や下層膜の反射率が小さい波長を選択する。例えば、金属膜が銅の場合、波長が600nmから10μm程度だと分光反射率が90%を超えることが分かっている。この波長範囲内の光を用いる。そしてバリア膜や下層膜での反射率が金属膜201での反射率より小さく、かつ光路調整を行いやすくするため、赤外だと熱放射の影響が出てくるので600nm以上かつ可視光領域の波長を用いるとよい。金属膜201がアルミなど他の材質の場合にも反射率が大きくなるように、かつバリア膜202や下層膜での反射率が金属膜での反射率より小さい波長を選択する。

【0027】図2における照射位置Aに関して、予め図3に示すウェハ1の被研磨面にある研磨液3によって検査光112および反射光113がウェハ1上で正反射するのを阻害しないように研磨液排除装置4にて反射光が研磨液表面の波の影響を大きく受けない程度まで研磨液を排除しておく。

【0028】ここで、研磨液排除装置4は、照射位置Aに対してエアノズルのようにエアを絞ってウェハ1上に吹き付け研磨液を排除してもよい。また、検査光に対し透明でウェハの照射位置Aを覆う広さで接触し回転しても傷が付かない物質を用いて研磨液を排除してもよく、更に、ウェハ1に接触し回転しても傷が付かない物質を用いて自動車のワイパーのようなものをウェハ回転方向上流に照射位置Aの幅を覆う広さで設置し、照射位置付近の研磨液を排除してもよい。ここではウェハ1の研磨進行に伴う反射光量信号116の変化を研磨液が阻害しないことが重要であり、研磨進行具合の変化を反射光量信号116により測定できればよく、更に研磨液が研磨液の下側のウェハ表面の反射率計測に大きな影響を及ぼさない場合には研磨液排除装置4はなくても構わない。

【0029】対象となる金属によっては例えば銅は空気中の酸素の影響で酸化するため研磨液を完全に除去しないように表面に薄く研磨液が残るようにする。更に、先に半導体レーザをコリメータレンズで平行光にすると示したが、反射光が殆ど全て受光面に入るならば平行光でなくても構わず、収束光であっても広がっていく光でもよい。研磨動作中はウェハ1は回転し、光の照射位置は

図1に示す測定系として、光源111から照射された所定波長の検査光112は、ウェハ1上の照射位置Aに所定径で照射され、照射位置Aで正反射された反射光113の光束が受光素子114の受光面に集光する。そのために、光源111である半導体レーザを図示せぬコリメータレンズで平行光とし、かつビーム径変換光学系や光ヒームを所定径の穴などのマスクで覆うことで受光素子114の受光面より小さい所定径とする。

図1に示す測定系として、光源111から照射された所定波長の検査光112は、ウェハ1上の照射位置Aに所定径で照射され、照射位置Aで正反射された反射光113の光束が受光素子114の受光面に集光する。そのために、光源111である半導体レーザを図示せぬコリメータレンズで平行光とし、かつビーム径変換光学系や光ヒームを所定径の穴などのマスクで覆うことで受光素子114の受光面より小さい所定径とする。





る条件ループを回っている状態の時、ステップ101で同時に傾きデータを確認し、傾きデータが最大であれば、その値を傾きデータ最大として保持しておく。

【0037】次に第2ステップの処理においては、平均データ上昇後の平均データが安定することを検出する。ここでは、第1ステップの処理と同様に、まず、ステップS204で傾きデータをチェックし、最大であればその傾きデータを最大として保持しておく。次にステップS205で「傾きデータ<傾きデータ最大\*所定倍率」を満足するか否かを判断し、その傾きデータが、傾きデータの最大値に所定倍率乗じた値との大小比較を行う。そして、ステップS206で、ステップS205で示す条件を所定回数満たすか否かをチェックし、所定回数満たした場合、研磨終点として検出する(ステップS207)。

【0038】ここで、傾きデータ最大に所定倍率を乗じた値と傾きデータ414を比較する理由は、平均データの上昇が小さい場合には、傾きデータの変化は0近傍で緩やかに変化することから傾きデータの最大は比較的小きな値となり、傾きデータ最大の値に所定倍率を乗じた閾値を用いることで、研磨終点、すなわち傾きデータが極力0近傍の閾値とすることができ、逆に平均データの上昇が大きい場合には、傾きデータの変化は急峻であることから傾きデータ最大は比較的大きな値となり、傾きデータ最大の値に所定倍率を乗じた閾値を用いることで、急峻な変化に対応した閾値とすることができ、研磨終点検出の精度を高めることが出来る。例えば、検査光112の光源111の光強度が劣化等により長期的に減少する場合など、S/N比は変わらないが信号が小さくなり同じ傾きの判定値を用いると検出精度が劣化する場合に対応できる。

【0039】(第2の実施形態)図7は本発明における半導体ウェハの研磨終点検出装置の他の実施形態を示す図である。図7に示す第2の実施形態では、図1に示す全ての構成要素を包含し、図1に示す第1の測定系(図1に示す測定系を、ここでは便宜上第1の測定系と称する)とは異なる所定照射角度、所定波長で、同一照射位置Aに同一径にて照射される第2の測定系が付加されている。

【0040】第2の測定系は、第1の測定系である検査光112と波長が異なり、同一径かつ同一照射位置Aに異なる照射角度で、光学系配置可能な光路をクロスさせて同一照射角度で照射する検査光122と、光源121から照射された検査光122がウェハ1上で正反射した反射光123の光軸上にあり反射光123を受光してその反射光量を測定する受光素子124と、反射光123

【0041】第1の測定系と第2の測定系の波長を変えるのは研磨終点付近での波長毎の反射率の変化の違いをとらえるためで、照射角度が異なるのは、同一照射位置に照射するために物理的にレーザを配置できないためであり、小型レーザや、ミラーなどを用いて光学系配置可能なら光路をクロスさせて同じ照射角度で照射しても構わない。また、第1の測定系と第2の測定系で照射位置を同一箇所にする理由は、同一の場所を検出するためであり、同一径にする理由は、径が異なることにより他の箇所状態が検出信号に混じらないようにするためである。

【0042】終点検出装置152は、図8に示すように平均データ412と平均データ422のそれぞれにアルゴリズムαによる研磨終点検出を行い、同時に平均データ412と平均データ422の差を算出して、差分データ402として記憶し出力する差分算出部401と、差分データ402を入力し、複数点の平均的傾きを算出して差の傾きデータ404として記憶し出力する差の傾き算出部403と、差の傾きデータ404の時間変化から研磨終点を検出して終点検出信号405として出力する演算部406で構成される。平均データを傾き算出部413差分算出部401に並列して入力することで、演算部416、426と演算部406は、並列動作もしくはどちらか一方または両方行わないのいずれかを任意に行うことができる。

【0043】図7に示す第2の実施形態において研磨対象となるウェハは図1に示す第1の実施形態と同様であり、研磨に先立ち予め研磨液を測定に影響のないように排除しておく。光源121から照射された所定波長の検査光122は、ウェハ1上の照射位置Aで第1の測定系における検査光112と同一径で照射され、照射位置Aで正反射された反射光123の光束が受光素子124の受光面にほぼ全て入るようにするために、半導体レーザをコリメートレンズで平行光とし、かつビーム径変換光学系や光ビームを所定径の穴などのマスクで覆うことで受光素子124の受光面より小さい所定径とする。光源は第1の実施形態で述べたように一般的なレーザを用いても構わない。平行光を出射するレーザを用いる場合コリメートレンズは不要である。

【0044】光源121の波長に関しては図2に示す金属膜における金属の種類に応じて第1の測定系である光源111の反射率と極力大きく異なる波長を選択する。金属膜201が銅の場合、第1の実施例で示したように波長が600nm以上の可視光だと分光反射率は90%を越えるが、550nm未満だと66%未満になることから、例えば、第1の測定系の波長を650nmとし、

図7は、本発明の他の実施形態を示す図である。  
図7に示す第2の実施形態では、図1に示す全ての構成要素を包含し、図1に示す第1の測定系(図1に示す測定系を、ここでは便宜上第1の測定系と称する)とは異なる所定照射角度、所定波長で、同一照射位置Aに同一径にて照射される第2の測定系が付加されている。

図8は、本発明の他の実施形態を示す図である。  
図8に示す終点検出装置152は、図8に示すように平均データ412と平均データ422のそれぞれにアルゴリズムαによる研磨終点検出を行い、同時に平均データ412と平均データ422の差を算出して、差分データ402として記憶し出力する差分算出部401と、差分データ402を入力し、複数点の平均的傾きを算出して差の傾きデータ404として記憶し出力する差の傾き算出部403と、差の傾きデータ404の時間変化から研磨終点を検出して終点検出信号405として出力する演算部406で構成される。

るため同一膜で各波長毎に反射率が違い反射光量が異なる。波長が異なることにより膜毎に分光反射率が異なることを利用し、予め決めた基準膜での反射光量と研磨途中のウェハ表面上の反射光量変化を調べ、基準膜の反射率が一致するよう補正した波長の異なる2つの反射光量の差の変化から研磨終点を検出する。

【0046】研磨途中のウェハ1表面は、配線パターンや絶縁膜203があり特定の一種類のみで反射光量を測定できないことや、膜厚変化に伴う干渉などにより反射光量が変化し、反射率の基準となる基準膜には不向きである。そこで、ここでは単一膜で干渉による変化がない金属膜201を基準膜として、ウェハ全面に金属膜201が干渉しないくらい十分厚みのある状態かつ表面が研磨で滑らかになった状態で計測した波長の異なる2つの平均データを一致させるように補正し、この補正を基準光量補正と呼ぶ。各波長の金属膜201での平均データを補正により一致させることで、金属膜201での反射率を基準としてバリア膜202と絶縁膜203での反射率の違いからそれぞれの平均データが大きく変わることから、それぞれの補正後の平均データの差を取り、その変化から研磨終点を検出する。

【0047】具体的には、金属膜201での平均データ412または平均データ422のどちらかを基準として、他方にある倍率を乗じて金属膜201での平均データを一致させる。ところが、本発明の対象となるウェハは金属膜201が既に除去された状態から研磨を開始するため、基準となる金属膜201での平均データを測定

第1の測定系への補正倍率

= 第1の現在出力値 / 第1の基準出力値 … (1)

第2の測定系への補正倍率

= (第1の基準反射光量 × (第1の現在出力値 / 第1の基準出力値))

÷ (第2の基準反射光量 × (第2の基準出力値 / 第2の基準出力値)) … (2)

【0049】図9に示す3つのグラフは、第2の実施形態における代表的なグラフで、金属膜除去後の研磨進行、すなわち反射光量信号の時間変化を表すグラフであり、図9(a)は、研磨中における平均データ412と平均データ422の時間変化の一例を表すグラフであり、図9(b)は、金属膜201を研磨している最中の平均データ412と平均データ422を一致するように補正した、補正後の平均データ412と補正後の平均データ422における時間変化の一例を表すグラフであり、図9(c)は、研磨中における補正後の平均データ412と補正後の平均データ422における差の傾きデータの時間変化の一例を表すグラフである。

【0050】ここでも第1実施形態と同様に、第1の測定系

を算出し、傾きデータ414として出力する。

第2の測定系では、傾き算出部423により平均データ422は、傾き算出部423により平均データ422

できない。そこで、研磨を行う前に予め金属膜を除去する前のウェハにてデータを取得し保管しておく。例として第1の測定系における金属膜での平均データ412を基準とした場合について説明する。金属膜除去前のウェハにて通常の研磨動作を行い、金属膜除去前の平均データ412と平均データ422を取得する。この時、通常の研磨動作と同様に研磨初期の大きな変化を無視した後、所定時間平均データ412と平均データ422を取得し続けて、所定時間での平均値を算出し、それぞれ、第1の基準反射光量、第2の基準反射光量として保存しておく。保存したデータは研磨開始直後に取り出して基準光量補正で用いる補正倍率の計算を行う。しかし、基準反射光量だけで基準光量補正を行うと、レーザの発光出力は温度や経年などにより変動するが、これを無視することになってしまう。

【0048】そこで、基準反射光量を測定する際、同時に第1の測定系および第2の測定系のレーザ出力モニタ値も測定し、基準反射光量の算出と同様に、出力モニタ値の平均を算出して、それぞれ第1の基準出力値、第2の基準出力値を算出して保存する。以降、金属膜が除去されたウェハを研磨する際に、研磨開始時に第1の測定系、第2の測定系から得られるレーザ出力モニタ値を測定し、それぞれ第1の現在出力値、第2の現在出力値として、保存した第1の基準反射光量と第2の基準反射光量および第1の基準出力値と第2の基準出力値を呼出し、以下の式により基準光量補正による補正倍率を算出する。

2として算出し記憶する。同様に第2の測定系に対して、傾き算出部423により平均データ422を入力して平均的傾きを算出し、傾きデータ424として出力する。第2の測定系も同様に傾き算出部423により平均データ422を入力して傾きデータ424として出力する。

【0051】こうして得られた傾きデータ414と傾きデータ424それぞれに演算部416、426でアルゴリズムを実行しても、平均データの上昇がないため研磨終点の検出を行えない。図9(a)と図9(b)のグラフより、研磨の進行に伴って図9(a)の傾きデータ414

傾きデータ414と傾きデータ424

傾きデータ414と傾きデータ424

傾きデータ414と傾きデータ424

傾きデータ414と傾きデータ424





【0060】(第3の実施形態)第3の実施形態では第1の実施形態におけるアルゴリズムaと異なるアルゴリズム(以下アルゴリズムc)を並列に動作する点だけが異なり、それ以外は第1の実施形態と同じである。従って、ここでは、傾きデータ414が算出されるまでの説明を省略し、図11に示す終点検出装置153の内部構成ブロック図を用いて終点検出動作について説明する。

【0061】傾きデータ414は、アルゴリズムaを実行する演算部416とアルゴリズムcを実行する演算部417に並列に入力され、演算部417では反射光量に変化しなくなったこと、つまり傾きデータ414が0近傍になったことを検出して終点検出信号415を出力する。このためアルゴリズムaを実行する演算部416とアルゴリズムcを実行する演算部417は並列に動作可能であり、並列動作もしくはどちらか一方または両方行わないことを任意に選択できるが、複数のアルゴリズムを並行して動かすことにより、種類の異なるウェハにおいて研磨終点を検出することができる。

【0062】図12(a)は、研磨中における平均データ412の時間変化の一例を表すグラフであり、図12(b)は研磨中における傾きデータ414の時間変化の一例を表すグラフである。第1の実施形態で示したアルゴリズムaでも第2の実施形態で示したアルゴリズムbにおいても研磨終点の検出を行えない一例である。選択した波長の金属膜の反射率、下層の影響を含むバリア膜202の反射率、下層の反射率の変化がバリア膜厚や下層の構造によって各波長で相似になった場合である。

【0063】図12の上のグラフから研磨の進行に伴って平均データが特徴的に以下に列挙する(1)～(4)のように変化することが分かる。

- (1) 研磨初期には比較的大きな信号変化が発生する。
- (2) 反射光量が低下していく。この時、変化率はやや大きく変化する。
- (3) 反射光量は上昇せず徐々に変化率を小さくしていく。
- (4) 反射光量が安定する。

【0064】(1)における研磨初期の比較的大きな変化は、ウェハ1とポリッシャ2が馴染むまでの間に生じるものであり、初期不安定領域で研磨進行とは異なる変化である。(2)における反射光量低下は、研磨進行によりバリア膜202が薄くなるのに伴う変化で、金属膜201の反射率よりバリア膜202の下層の反射率や干渉の効果も含むバリア膜202の反射率の方が低く、研磨進行に伴いウェハ面上でバリア膜の占める割合が少なくなっていくと発生し、変化率が大きくなる。(3)は、

【0065】(3)における反射光量の変化率が小さく

なるのは、ウェハ研磨面においてバリア膜202が殆どなくなり、下層の絶縁膜203の占める割合が多くなってきたためで、バリア膜202による影響が少なくなるためである。(4)における反射光量の安定は、ウェハ研磨面においてバリア膜202が除去され下層の反射率で安定するためである。従って、変化率が一度上昇した後、0近傍で一定になる付近が研磨終点であり、この点を検出すればよい。

【0066】次に、図13を用いて演算部417で実行されるアルゴリズムcの動作について説明する。アルゴリズムc実行の第1ステップにおいて、最小点を検出し、研磨開始から最小点検出までの時間を保持する。まず、傾きデータの最小値チェック(ステップS106)により、最小値であればその値と研磨開始からの時間を保持し、所定回数以上最小点を検出されているか否かの判断(ステップS107)を行う。ここで所定回数連続して最小値が検出されない場合は、更に、最小値は0以上か否かをチェックされる(ステップS108)。ここで0以上であればアルゴリズムcによる検出を中止するが、負の値であれば第2ステップの処理へ進む。

【0067】これは、反射光量が研磨進行に伴い小さくなるが、バリア膜202が薄くなるに従ってその変化が緩やかになることを検出するため、一番変化が激しかった時、すなわち、傾きデータの最小値と研磨開始からの時間を保持し、突発的なノイズなどの影響による誤判定防止のため所定回数連続して最小値が検出されないことにより、反射光量の変化が緩やかになったこと、換言すれば傾きデータが負の大きな値から0近傍に近づくとしていることを検出するためである。ここで、最小値が0以上であると言うことは、反射光量が増えていることを意味するため第1の実施形態に示した反射光量が増えるパターンの途中から始まった可能性があり、アルゴリズムcにより研磨終点を誤検出しないようにするためアルゴリズムc自身を停止する。

【0068】次に第2ステップの処理に進み、「傾きデータ $\geq$ 最小値 $\times$ 所定倍率」の判定が行われる(ステップS208)。ここで傾きデータが最小値より所定倍率だけ上昇するまで待つ。なお、最小値に所定倍率を掛けているのは、傾きデータが0近傍になるまでの時間を予測するのに不可欠な中間時点を求めるためで、最小値から0近傍までを直線と見なし、例えば最小値の1/2を所定倍率として掛けた場合、最小値から所定倍率に達するまでの時間の2倍の時間が経過すると傾きデータが0であると予測できるためである。そして、ステップS209で最小値からの経過時間算出し、現在時間を中間時点として、経過時間と中間時点を比較し、経過時間 $\geq$ 経過時間 $\times$ 所定倍率?の判定が行われる。

【0069】第3ステップでは、経過時間 $\geq$ 経過時間 $\times$ 所定倍率?の判定が「是」の場合は、中間時点からの経過時間 $\geq$ 経過時間 $\times$ 所定倍率?の判定が行われる。



判定において、例えば、所定倍率が1とした場合、傾きデータが最小値からの経過時間が経過した時、最小値から0に掛かるまでの1/2の時間が経過したことを意味し、中間時点から経過時間と同じ時間すなわち所定倍率1倍の時間が経過した時、傾きデータが0に達すると予測できる。ただし、最小値付近の変化が遅いため、直線近似により傾きデータが0に達すると予想される時間に誤差が生じるのと、第3の実施形態では、第1の実施形態の波形と間違わないようにチェックする機能を有するため、ステップS208における所定倍率を1/2とした場合、ステップS301での所定倍率は0.9等の1よりやや小さい値を用いる。

【0070】傾きデータが0以上か否かをチェックし（ステップS302）、ここで、第1の実施形態で示したアルゴリズムaで検出すべき波形と間違わないためのチェックを行う。経過後傾きデータが0以上であればアルゴリズムcの実行を中止し、負の値であれば、第4ステップの処理へ移行する。

【0071】これは、第1の実施形態で示した反射光量が上昇しないことを確認するためであり、傾きデータが0近傍と予測される時点で、傾きデータ上昇が発生する場合、傾きデータの変化率は小さくならず直線的に変化し正の値となるため、ステップS302の条件で判別できる。また、ステップS301で示されるように所定倍率を乗したのは、最小値から微少時間経過するまで緩やかに変化し、その後直線的に変化するが、直線の傾きを求める際に最小値からの傾きを求めているため実際の直線的な変化の傾きより少し傾斜が緩やかになるためであり、傾きに倍率を乗しめるのではなく予測される時間をずらすため所定倍率を0.9倍などに設定するとよい。こうして求められた傾きデータが0と予測される時点で、傾きデータの値が正の値ならば、第1の実施形態で示した図5(b)のグラフのようになるため、アルゴリズムcの実行を中止するが、傾きデータの値が負の値ならば、第4ステップの処理へ進む。

【0072】第4ステップでは、傾きデータが0近傍の所定閾値より小さくなる条件を通算して所定回数満たしたら研磨終点とする。これは、傾きデータが所定閾値以下であるか否かをチェックし（ステップS401）、ここでの判断で、0近傍の所定閾値より小さくなったことから反射光量が安定するのを検出して研磨終点として検出するが、突発的なノイズなどによる誤検出防止のために、ステップS402でステップS401の判断条件が所定回数満たしたか否かの判断がなされる。ここで、所定閾値は、第1の基準反射光量に所定の値を乗じて算出しておく。これは基準反射光量が多い場合は、反射光

するためである。

【0073】（第4の実施形態）上述した第1の実施形態から第3の実施形態では、ポリッシャ2の揺動が測定系の邪魔をしないことが条件となっていた。しかし、CMPなどの半導体ウェハ研磨装置では、ポリッシャ2が検査光または反射光の光路を障害したり、ポリッシャ2の揺動範囲が照射位置にかかる場合がある。以下に示す第4の実施形態は、ポリッシャが測定系を障害する場合の研磨終点検出方法である。

【0074】ポリッシャ2の揺動により測定系が障害されたことを検出する方法として、一つは、ポリッシャ2の揺動軸上に、センサを取り付けて、測定系を障害する範囲をセンサで検出する方法と、もう一つは、反射光量信号が0もしくは0近傍の所定値より小さくなったことを検出して測定系を障害したと検出する、データから検出する方法がある。ただし、後者の場合には半導体ウェハの層構造を構成する組成によって分光反射が0もしくは極端に小さくならないよう検査光の波長の選択に注意が必要である。どちらの場合も障害されたと判断する条件が、センサを用いて確認するか、データの値から確認するかの違いしかないのでここでは、センサを用いた例について説明する。

【0075】第4の実施形態は、第1から第3の実施形態の全てにおいて、平均値算出部および傾き算出部または差の傾き算出部のみを変更すれば良く、構成などに関してはそれぞれの実施形態と同じであるため、ここでは、第1の実施形態における平均値算出部411および傾き算出部413を例として説明する。図14に平均算出部、傾き算出部413の詳細フローを示す。ただし、一例として、ここではセンサアクティブの時、ポリッシャ2が測定系を障害している状態とする。まず、ステップS141にて平均値算出部411は、センサアクティブか否かをチェックする。アクティブの時は、更に所定回数に達したか否かを判断し（ステップS144）、1回転中のアクティブになった回数を計数して所定回数に達したら、無効データとして平均データとしてあり得ない値を格納する（ステップS146）。例えば、平均データが負の値を取らないのであれば、負の値を格納するか、極端に大きい値を格納するなどして通常の平均データとの区別を行う。

【0076】ステップS141において、センサがアクティブでないときは、ステップS142の「サンプリング周期で反射光量加算、時間取得処理」へ進み、ここで1回転分の反射光量信号を加算する。なお、サンプリング周期はウェハ1回転での反射光量としてウェハ面上の配線の粗密部分に影響されず、かつ、研磨中である

図14 平均値算出部、傾き算出部413の詳細フロー

図15 傾き算出部413の傾き算出処理

図16 傾き算出部413の傾き算出処理

図17 傾き算出部413の傾き算出処理

円周上において反射光量をムラ無く測定できるが、パターン粗密が少ない場合などの理由で1回転の平均ウェハ研磨状況を十分知ることができれば、より荒くても構わない。

【0078】また、時間取得に関しては、1回転毎に算出される平均データ取得時点での時間を記録するため、1回転終了した時点(ステップS143)で、サンプリング毎に得られる時間の最初や最後や平均のいずれかで求めた時間を、平均データを取得した時間として後述の傾き算出部413で用いる。ステップS145の「1回転平均値を算出し、平均データとして格納処理」において、センサがアクティブでない、すなわち有効なデータ数と有効な反射光量信号を加算した値から平均値を算出し、平均データ412として傾き算出部413に出力する。ここで、ステップS144に示す所定回数は、1回転のサンプリングで得られるデータ数と比較して反射光量変化を考慮した上で、センサアクティブで無効となるデータ数の割合が十分小さくなる値に設定しなければ、精度良い測定はできなため判定精度が劣化しない回数未満とする。これは、第1の実施形態で説明したように、ウェハ上には粗密のあるパターンが並んでおり、反射光量信号116は主に配線部分204の粗密に依存して変化するため、反射光量信号116は、周期的な変化を有するためである。

【0079】次に、傾き算出部413では、所定数過去に遡り無効データを除外し(ステップS147)、残ったデータと平均値算出部411で取得した時間から傾きを算出し、傾きの平均値を算出する(ステップS148)。ここで、所定数過去に遡るのは第1の実施形態でも示したように、研磨進行ムラ、計測精度、ノイズの混入により平均データ412は、ノイズ成分が残るためである。また、無効データを除外した後の平均データから傾きの平均値を求めるには、平均データのうち所定回数過去に遡った点の和と平均値算部411において求めた時間差から傾きを算出する。

【0080】第4の実施形態で示した方法により、ポリッシャの揺動が1回転の最初もしくは最後のごく微小時間だけ測定系を阻害した場合や、ウェハ1が1回転にかかる時間と比較してポリッシャ2の揺動スピードが十分早、ごく微小時間しか測定系を阻害しない場合などに有効な平均データを反射光量として研磨終点検出が行える。逆に、ポリッシャ2が測定系を阻害する時間が1回転にかかる時間と比較して無視できないくらい大きい場合は、サンプリング毎にセンサを確認せずに、ウェハ1の1回転データ取得開始直前と直後だけセンサを確認し、どちらか一方もしくは両方でもセンサがアクティブな

出が遅れたり、研磨中に殆ど全て測定系を阻害される場合には検出そのものができなくなる。このことから、全平均データのうち、およそ1/3以上の平均データが有効となる状態が望ましい。

【0081】上述した第1の実施形態から第4の実施形態では、照射位置が一つの場合についてのみ説明してきた。以下に示す第5の実施形態ではウェハ半径方向に複数の照射位置を用意して、それぞれの照射位置において第1の実施形態、第2の実施形態、第3の実施形態について説明した測定系を設置し、更にポリッシャ2の揺動が測定系を阻害する照射位置には第4の実施形態を適用することで、新たな研磨終点の検出方法について説明する。

【0082】複数の照射位置において研磨終点を検出することから、研磨ムラによる終点検出が照射位置毎に異なり、研磨進行度合いが遅い点では当然ながら終点の検出も遅くなる。更に第4の実施形態で示したポリッシャ2の揺動により測定系が阻害される場合、阻害されている時の無効データは前後の有効な平均データの直線補間で推測しているに過ぎず、平均データがある値に漸近することを検出する場合に遅れが生じてしまう。以下に示す第5の実施形態では終点検出の遅れを補足する研磨終点の検出方法を提供する。ウェハ上には粗密のあるパターンが並んでおり、反射光量信号は主に配線部分の粗密に依存して変化するが、回転しているため各照射位置において、一周平均したときの反射光量つまり平均データは研磨状態が同じであればほぼ同じ値が得られる。そこで、終点検出が遅れている照射位置において最初に検出した照射位置での平均データを比較してほぼ同じ値になったとき終点として判断するアルゴリズムd(後述する)による終点検出を行うことで、研磨終点の検出遅れによる過研磨を防止する。

【0083】(第5の実施形態)図15は本発明における半導体ウェハの研磨終点検出装置の更に他の実施形態を示す図である。図において、水平面内で回転するウェハ1とウェハ1に対して所定圧力をかけて接触し回転しながらウェハ1の半径方向に揺動するポリッシャ2と、ウェハ1の一番外側に照射位置Aとして第2の実施形態で示した第1の測定系と第2の測定系を配置して、それぞれの測定系において独立にアルゴリズムaとアルゴリズムcを並列動作した終点検出を行う。更に第1の測定系と第2の測定系から第2の実施形態で示したアルゴリズムbによる終点検出を並列に行う。最も中心寄りに照射位置Cとしてアルゴリズムaとアルゴリズムcを並列動作した終点検出を行う第4の測定系を配置し、照射位置Bと照射位置Cの間には照射位置Dを設ける。

図15は、ウェハ1の半径方向に揺動するポリッシャ2の揺動による測定系を阻害される平均データの割合が大きいと、研磨終点検

出が遅れる。各測定系の波長は、ウェハ1の分光反射率が異なる場合、分光反射率が行う際、分光反射率が異なる場合、

ないため、第1の測定系と第2の測定系は第2の実施形態で示すように金属膜201での反射率が高く異なる波長を選択し、第3の測定系と第4の測定系の波長は、第1の測定系または第2の測定系と同じ波長とし、更に照射径についても同一条件で比較を行った方が簡単のため同一径とすると比較が簡単に行える。照射径が異なると、周りの影響により時間ズレが生じるためである。また、照射位置A、Bは、共にポリッシャの揺動により測定系が障害されず、照射位置Cはポリッシャ2の揺動により測定系が障害されるものとして第4の実施形態を同時に適用する。それぞれの測定系における構成については、前述の各実施形態で説明済みであるためここでは説明を省略する。また、測定系の配置および実施形態は単独もしくは重複した多数の組み合わせが可能である。

【0085】図16に、第5の実施形態における終点検出装置150の内部構成を示す。ここでは、アルゴリズムdを実行する演算部以外の演算部及び平均値算出部や傾き算出部についての説明は、第1～第4の実施形態で示してきたので、アルゴリズムdに関わる部分以外の説明を省略する。照射位置Aの研磨終点検出装置としてとして、第1の測定系において、平均データ412は、傾き算出部413とアルゴリズムdを実行する演算部418に並列に入力され、第2の測定系において、平均データ422は、傾き算出手部423とアルゴリズムdを実行する演算部428に並列に入力され、照射位置Bの研磨終点検出装置として第3の測定系において、平均データ432は、傾き算出部433とアルゴリズムdを実行する演算部438に並列に入力され、照射位置Cの研磨終点検出装置として第4の測定系において、平均データ442は、傾き算出部443とアルゴリズムdを実行する演算部448に並列に入力され、各演算部418、428、438、448でアルゴリズムdの並列処理を行う。

【0086】次に図17を用いて照射位置Aで最初に研磨終点を検出し、この時点で照射位置Cの研磨進行度合が遅れていた場合を例にとり、アルゴリズムdの動作を説明する。照射位置Cにおける第4の測定系では、第1の測定系と第3の測定系と同じ波長で同一径、同一照射角度の光学系が設置されている。まず、アルゴリズムd実行の第1ステップにおいて、アルゴリズムcは第4ステップに到達したか否かをチェックする(ステップS109)。ここで第4の測定系にて第3の実施形態で示したアルゴリズムcの第4ステップに到達するまで待つが、これは先に照射位置Aにおいて終点を検出された場合、第1の測定系における平均データ412と第4の測定系における平均データ442を比較する際、第1の測定系

でムcの第4ステップに到達する条件の一つは平均データが上昇しないことを利用するためである。

【0087】次に、他の照射位置で研磨終点を検出するまで待つ(ステップS110)。これは、アルゴリズムdが照射位置Aでの研磨終点における平均データ412を利用するため、ステップS111の「検出した照射位置での検出時点の平均データを取得し、目標値として保持する」動作にて他の照射位置で終点を検出されるとその値を目標値として保持する。ただし、第2の測定系は波長が異なることによる分光反射率に差があるため目標値としてはならない。また、第1ステップの順序は、ステップS110→ステップS111→ステップS109の順序でも同一効果を得られるため、順序を変えてもよい。

【0088】次に第5ステップに進み、ステップS210の「|平均データ-目標値|≤所定しきい値?」の判断が行われる。ここで、先に検出した照射位置Aでの研磨終点における平均データ412と、照射位置Cにおける平均データ442を比較するが、測定精度により全く同じ値になるとは限らないため、平均データ442と目標値の差の絶対値が所定閾値より小さい場合に研磨終点とする。ここで、所定閾値は、測定誤差などを考慮して0に近い値を設定すればよい。こうすることで、第5の実施形態で示した構成において、照射位置Aで第1の測定系と第2の測定系によるアルゴリズムbだけが研磨終点を検出できる場合、もしくは第4の測定系と波長の異なる(この場合第2の測定系)測定系においてアルゴリズムaだけが研磨終点を検出できる場合でも、照射位置B、Cのように測定系を一つしか持たない測定系でも研磨終点検出が行えることから、ウェハ面上各点において未研磨状態の部分がないように研磨終点を検出が可能である。

【0089】第6の実施形態では、第5の実施形態に示したように、複数の照射位置で研磨終点の検出を行う場合に、研磨中でも研磨ムラを表示することを可能とする。これは、第5の実施形態で説明したように、研磨終点での平均データは同一種類のウェハもしくはパターン粗密が似通ったウェハにおいて同じになることを利用する。

【0090】ウェハの研磨開始時点が金属膜で研磨終点がバリア膜を除去した後の絶縁膜が露出した状態までとすれば、全体的に見ると研磨開始から研磨終了に向かって平均データは下降する曲線をたどることから、同一種類のウェハもしくはパターンの粗密が似通ったウェハの研磨終点における平均データから現在の研磨進行度合を知ることが出来る。この研磨進行度合を照射位置毎に算

出する。この研磨進行度合を、研磨開始時の平均データと現在の平均データとの差で算出する。

この研磨進行度合を、研磨開始時の平均データと現在の平均データとの差で算出する。この研磨進行度合を、研磨開始時の平均データと現在の平均データとの差で算出する。

出する。この研磨進行度合を、研磨開始時の平均データと現在の平均データとの差で算出する。

この研磨進行度合を、研磨開始時の平均データと現在の平均データとの差で算出する。この研磨進行度合を、研磨開始時の平均データと現在の平均データとの差で算出する。

この研磨進行度合を、研磨開始時の平均データと現在の平均データとの差で算出する。この研磨進行度合を、研磨開始時の平均データと現在の平均データとの差で算出する。

点における平均データ、 $AV_n$ を研磨中の平均データとすると、研磨進行度合 $AV_r$ は以下の式で表すことがで

$$AV_r = (AV_n - AVe) / (AV_s - AVe) \quad (3)$$

【0091】この式により算出できる値に100を掛け百分率にすることで、感覚的に残りの研磨量を推測できるようになる。但し、第1の実施形態のように、バリア膜202が薄くなりその下の構造により、平均データが上昇する場合には、一度負の値を表示することになり、この場合には目安として用いる。しかし、このような場合でも、全てのアルゴリズムにおける進行度合を表示することで、研磨進行度合とアルゴリズム進行度合から残りの研磨量を正確に推測できるようになる。実際に時間に対する平均データの変化をグラフでリアルタイムに表示しても微妙な変化は掴みにくい場合もあるが、アルゴリズムの進捗を表示することにより、各アルゴリズムで実行中のステップと、そのステップでループなどにおける所定数がどの程度進んでいるかを表示することによって、そのステップが後どのくらいで終わるのかを容易に推測できるようになる。

【0092】アルゴリズムdを例として表示の一例を挙げると、アルゴリズムdの第ステップのステップS109に示す「アルゴリズムcは第4ステップに到達したか?」という部分の処理中には、「ALG4:ALG\_C ステップ4待ち中」と表示し、ステップS110に示す「他の照射位置で終点検出したか?」という部分の処理中には、「ALG4:他点の検出待ち中」と表示し、第2ステップのステップS210に示す「平均データ-目標値 $\leq$ 所定しきい値?」判定中には、「ALG4:aaaa $\leq$ bbbb待ち中」としてaaaaに「平均データ-目標値」で算出される値とbbbbに「所定しきい値」を表示することで、アルゴリズムがどの程度進行しているかが分かるようになる。以上を全ての測定系およびアルゴリズムについて行うことで、研磨進行度合とアルゴリズムの進行度合から研磨の進行度合が照射位置毎に分かることで研磨ムラがどの程度あるのか分かるようになる。

【0093】(第7の実施形態)第4の実施形態では、ポリッシャ2の揺動により発生する無効データにより、データの欠損部分を前後の有効データから直線として保管した。しかし、実際には研磨進行に伴う反射光量の変化は曲線となることから、検出精度は必然的に悪くなってしまう。そこで、第7の実施形態では、ポリッシャ2の揺動により測定系が阻害される照射位置に関して、第6の実施形態で示した研磨進行度合を調べ、最も進行度合の近い照射位置もしくは測定系から欠落したデータを補間することで研磨終点検出精度を高めることを可能とする。

きる。

置Aより進んでいる場合について説明する。まず、照射位置Cのアルゴリズム毎の進捗を取得するが(ステップS181)、全てのアルゴリズムで検出時点を100となるように重み付けを行い、その達成を%で表示する方法や、アルゴリズム毎にステップやループの数が異なり、ループも所定回数ループや「最大値\*所定倍率以下」ループの場合などを定量的にステップ毎に表す方法など、様々であるが、ステップS183の「照射位置Cより進んでいる照射位置はあるか?」の判断方法の例として、測定系毎のアルゴリズム別に、ステップ内の所定回数ループを「現在数/所定数」、「最大値\*所定倍率以下待ち」のループを「現在値/(最大値\*所定倍率)」等として、それぞれの項目を1で達成と分かるようにし、図19に(表1)として示すようなマトリックスを配列などに格納する。

【0095】ここで、第2の測定系である照射位置B、第3の測定系である照射位置Cは、測定系が1つしかないため、アルゴリズムbを実行できないので、全く進行していないという意味で0と入れておき、照射位置Aは第1の測定系と第2の測定系があるが、同じ値を格納する。こうして、第4の測定系において、最も進んでいるのはアルゴリズムCで第3ステップ1/5程度が完了していることが分かる。これは測定系別にステップの大小を比較して最も1に近い値もしくは最も大きい値を取り出せばよい。

【0096】図19に示す(表1)を用いて、図18に示すフローチャートの動作を最初から説明する。まず、ステップS181の「自照射位置におけるアルゴリズム毎の進捗を取得」において、この例の場合、照射位置Cすなわち第4の測定系で測定系が阻害されているので、第4の測定系におけるアルゴリズム毎の進捗を取得する。次に、ステップS182の「他の照射位置における進捗を取得」において、この例の場合、第1の測定系と第2の測定系と第3の測定系におけるアルゴリズム毎の進捗を取得する。ステップS183の「照射位置Cより進んでいる照射位置はあるか?」において、この例の場合、照射位置Bにおける第3の測定系と照射位置Aにおける第1の測定系が照射位置Cより進んでいることがわかる。これは比較元となる照射位置Cにおける第4の測定系と他の照射位置において、同一アルゴリズムであれば単純にステップの値と進捗の値から判断できるが、アルゴリズムが異なる場合には、第1の実施形態で示した平均データが上昇する場合などで判断を難しくさせる。

図19 実施形態7の構成

照射位置Cと照射位置Bの研磨進行度合がほぼ同じだったが照射位置Aが進んでいて、照射位置Bは照射位

図20 実施形態7の動作

置(測定系を探せばよい)より照射位置Cが一番進んでいる場合は、補間を中止して無効データとして平均デ



一々に記録する。

【0097】ステップS184の「その中で最も進捗が近い照射位置を選別」処理において、ステップS183の条件を満たした照射位置の内、最も進捗が近い照射位置を選別する。この例の場合、照射位置Cと他の照射位置のアルゴリズム進捗を比較し、同じか少しだけ進んでいる照射位置を検索すればよく、照射位置Cと同等の進捗で少しだけ進んでいるのは、照射位置Aにおける第1の測定系でアルゴリズムCの第3ステップ6→15程度を完了しており、その差は1/15しかないことが分かる。この時の検索方法は、第4の測定系の進捗と大小比較して第4の測定系以上の測定系を探せばよい。

【0098】ステップS185の「その照射位置における平均データを取得処理」において、ステップS184までで検索できた照射位置C（第4の測定系）より進んでいて最も進捗が近い測定系における平均データを取得する。この例の場合、照射位置Aの第1の測定系における現在の平均データであるが、ここでは新しい順番に、4、4、4、6、4、7、4、9、5、・・・だったと仮定する。ステップS186の「自照射位置における最新の有効な平均データを取得処理」において、この例の場合、照射位置C（第4の測定系）の現在から過去へ遡って最初に見つかる有効データで、常に値を補間できていれば直前の平均データを表すが、直前のデータが、ステップS183で無効データとなった場合には更に1回転分過去に遡って有効データになるまで繰り返す。なければ、そのまま無効データとしてフローを中断する。ここでは、第4の測定系における直前の平均データが無効データで、更に1回転分過去のデータが4、8と仮定する。

【0099】次に、ステップS187の「他照射位置の平均データを遡って取得した値に近いデータを検索する」処理において、ステップS185で示したように照射位置C（第4の測定系）において有効データである2回転前のデータ4.8に近い値は、照射位置A（第1の測定系）の3回転前と4回転前のデータに近い値があり、順番に現在から過去に遡って検索することで3回転前のデータである4.7が検索される。検索の際、許容できる割合を予め決めておき、その値の範囲内で最初に見つかるデータでも良いし、その値より大きくなった所を探してもよい。ステップS188の「前回有効データと現在データまでの時間を算出」処理において、この例の場合、照射位置Cにおける4.8を検出した時点から現在に至るまでの経過時間のことだが、間に1回転分の無効データがあるため、経過時間としては2回転分の時間を意味する。

データは、現在値と無効データである。そこで、有効データに近い値が見つかった第1の測定系の3回転前と2回転前のデータを直線で補間したとして、1回転分の変化は、 $4 - 6 - 4$ 、 $7 = -0.1$ であることから、照射位置Cにおいて $4 - 8$ の次の値は、 $4 - 8 - 0.1$ として、 $4.7$ を補間値として格納する。次に、第1の測定系の2回転前と1回転前で同様に処理を行い、 $4 - 4 - 4$ 、 $6 = -0.2$ であることから、先ほど計算により求めた $4.7$ から引き算を行い、 $4.7 - 0.2 = 4.5$ として補間を行う。このようにして研磨進行状態の近い照射位置の平均データの変化に沿って補間値を求めることにより、単純な直線での補間を行うよりも、無効データが連続した場合に精度良く補間が可能である。

【0101】（第8の実施形態）第8の実施例では、操作ミスなどにより、例えばパターン形成される前の絶縁膜のみのウェハなどを研磨してしまった場合に誤検出もしくは研磨終点が見つからないことを防ぐ方法ならびに装置である。構成は第3の実施形態に示した測定系を最低限一つ必要とする。まず、絶縁膜などの配線が形成されていないウェハ1を研磨すると反射光量は金属膜201やバリア膜202を研磨する場合に比べて非常にゆっくりと上昇あるいは下降する。図20に絶縁膜203のみのウェハを研磨した波形の一例を示す。このグラフから以下のように変化していることが分かる。ただし、ゆっくりと上昇するか下降するかは照射位置の組成と検査光の波長により決定されるので一概にはどちらか言えないが、どちらの場合でもゆっくりと変化することには変わりはない。

【0102】このグラフから、研磨初期には比較的大きな信号変化が発生することと、反射光量は非常にゆっくりと低下することがわかる。前者における研磨初期の比較的大きな信号変化は、ウェハ1とポリシヤ2が馴染むまでの間に発生するもので、初期不安定領域で研磨進行に伴う変化とは異なる。後者における非常にゆっくりとした反射光量の低下は、研磨進行に伴って膜厚が薄くなり検査光を透過して下層の反射の影響や、膜厚変化による検査光の干渉などによるものである。

【0103】第3の実施形態で示したアルゴリズムにおいて、例えば第1ステップの“所定回数以上最小値が検出されない”条件において、所定回数が少ないと誤検出の恐れがあり、また、傾き算出部413において、平均データのうち現時点の値を含んで所定数過去に遡った複数のデータの平均的傾きを算出する際にも、“所定数過去に遡った”個数が少ないと、傾きデータも微少なから上下の変化を起こしてしまい、こういった変化をアルゴリズムが誤検出してしまふ可能性が大きい。このため、

1. *Chlorophyll a* (Chl *a*) and *Chlorophyll b* (Chl *b*) were determined by the method of Arar and Collins (1987) using a spectrophotometer (Shimadzu 1601) with a 10 mm quartz cuvette. The concentration of Chl *a* and Chl *b* was expressed as  $\mu\text{g mL}^{-1}$  of the sample.

現在值、無効ターマ、4、5と交へておれ、補間すべき

出自体を行わないようにし、さらに、所定時間経過して





定回数で表す。こうして、アルゴリズムaを実行する演算部416はステップ進捗と条件進捗の二つの情報を出力する。

【0112】同様にアルゴリズムcの進捗の表し方を示す。アルゴリズムcは図13に示すようにステップ数は4つである。ステップ進捗の表し方は、アルゴリズムを実行していない場合は0/4とし、アルゴリズムが実行されていて第1ステップ実行中なら1/4とし、第2ステップ実行中なら2/4とし、第3ステップ実行中なら3/4とし、第4ステップ実行中なら4/4とする。こうして、ステップ進捗は未研磨もしくはアルゴリズム未実行にて0となり、研磨が最終ステップの第4ステップに入ったときに1となり、以降の比較を行いやすくなる。

【0113】次に条件進捗の表し方は、第1ステップにおいて、図13のステップS107の「所定回数以上最小点が検出されていない?」の判断で、条件進捗=現在の最小点未検出回数/所定回数で表す。ステップS108の「最小値は0以上?」の判断に関しては、アルゴリズムcを中止するか実行するか判断だけでループしないので、条件進捗に影響はない。第2ステップにおいて、図13のステップS208の「傾きデータ $\geq$ 最小値\*所定倍率?」の判断において、条件進捗=(最小値\*所定倍率)/現在の傾きデータで表し、第3ステップにおいて、図13のステップS301の「中間時点からの経過時間 $\geq$ 経過時間\*所定倍率?」の判断において、条件進捗=中間時点からの経過時間/(経過時間\*所定倍率)で表し、第4ステップにおいて、図13のステップS401の「傾きデータが所定閾値以下か?」とステップS402の「上記条件を所定回数満たしたか?」の条件を複合して、条件進捗=傾きデータが所定しきい値以下になった回数/所定回数で表し、アルゴリズムaと同様に、アルゴリズムcは、ステップ進捗と条件進捗の二つの情報を出力する。

【0114】同様にアルゴリズムdの進捗の表し方を示す。アルゴリズムdは図17に示すようにステップ数は2つである。ステップ進捗の表し方は、アルゴリズムを実行していない場合は0/2とし、アルゴリズムが実行されていて第1ステップ実行中なら1/2とし、第2ステップ実行中なら2/2とする。こうしてアルゴリズムaで説明したのと同様に以降の比較を行いやすくなる。次に条件進捗の表し方は、第1ステップでは、ステップS109の「アルゴリズムcはステップ4に到達したか?」の判断と、ステップS110の「他の照射位置で終点検出したか?」の判断の2つの条件ループがあり、例えば、ステップS109の判断ではアルゴリズム

進捗を求めた方が容易である。ここでは、条件ループが2つあるため、ステップS109の条件ループ中は、1/2とし、ステップS110の条件ループ中は、2/2として表す。

【0115】第2ステップで、図17のステップS210の「平均データ-目標値 $\leq$ 所定しきい値?」の判断において、条件進捗=(平均データ-目標値)/所定閾値で表し、アルゴリズムaと同様にアルゴリズムdは、ステップ進捗と条件進捗の二つの情報を出力する。こうして第1の測定系における終点検出信号415はアルゴリズムaのステップ進捗と条件進捗と、アルゴリズムcのステップ進捗と条件進捗とアルゴリズムdのステップ進捗と条件進捗で表される。第2の測定系における終点検出信号425、第3の測定系における終点検出信号435、第4の測定系における終点検出信号445においても同様に表す。

【0116】アルゴリズムbの進捗の表し方は、図10に示すように、ステップ数は2つであり、ステップ進捗はアルゴリズムを実行していない場合は0/2とし、アルゴリズムを実行していて第1ステップ実行中なら1/2とし、第2ステップ実行中なら2/2とする。こうして、ステップ進捗は、未研磨もしくはアルゴリズム未実行にて0となり、研磨が最終ステップに入ったときに1となり、以降の比較を行いやすくなる。次に条件進捗の表し方は、第1ステップにおいて、図10のステップS104の「差の傾きの絶対値は増加しているか?」と、ステップS105の「上記条件を所定回数連続で満たした?」を複合して、条件進捗=現在の連続条件達成数/所定回数で表し、第2ステップにおいて、図10のステップS205の「差の傾きデータが所定閾値以下か?」と、ステップS206の「上記条件を通算して所定回数越えたか?」を複合して、条件進捗=現在の通算所定閾値以下達成数/所定回数で表す。こうして、他のアルゴリズム同様、アルゴリズムbはステップ進捗と条件進捗の二つの情報を出力する。

【0117】照射位置Aにおける研磨進行状態を表すには、終点検出信号415における、アルゴリズムaとアルゴリズムcとアルゴリズムdのそれぞれから得られるステップ進捗と条件進捗を比較してステップ進捗と条件進捗の両方が1に近い値であることを判定して、そのアルゴリズムの進捗が終点検出信号415から得られる研磨進捗を表す。ここで、比較を行う際に、条件進捗はステップが変わる度にリセットされてしまうため、ステップ進捗と条件進捗の和をとって2に近い値を最も進んだアルゴリズムと判断してはならない。最初にステップ進捗を比較して、最も進んだアルゴリズムを求め、次に条件進捗を比較して、最も進んだアルゴリズムを求め、そのアルゴリズムの進捗を研磨進捗とする。

図13のステップS107の判断で、最小点が検出されていない場合、条件進捗は0/4となる。これを定量的に表すためには、条件進捗を0.0と表す。また、条件進捗が1.0となる換算を行ってもよいが、簡略して条件進捗を1と表す。

図17のステップS210の判断で、平均データ-目標値 $\leq$ 所定しきい値の場合、条件進捗は1/2となる。これを定量的に表すためには、条件進捗を0.5と表す。また、条件進捗が1.0となる換算を行ってもよいが、簡略して条件進捗を1と表す。

最も11に近い値もしくは、最も大きい値を示すアルゴリズムの進捗を終点検出信号415とすればよい。

【0118】こうして、終点検出信号415、終点検出信号405、終点検出信号425、終点検出信号435、終点検出信号445の進捗を得ることができる。終点検出信号においてアルゴリズム毎に進捗を比較したのと同様の比較を行うことで、照射位置毎の進捗がわかる。照射位置Aにおいて、終点検出信号415と終点検出信号405と終点検出信号425の比較を行い、最も進捗の進んでいるところが照射位置Aの進捗を表し、照射位置Bは終点検出信号435そのものであり、照射位置Cも同様に終点検出信号445そのもので表し、研磨進捗信号922として出力する。全ての照射位置での研磨進捗はウェハ研磨面上の研磨分布を表す。

【0119】従って、ウェハ面内分布を少なくするように研磨するためには、CMP装置900がアルゴリズム進捗の比較を行ったのと同様の機能を有する場合、研磨進捗信号922は、全ての照射位置における進捗として、CMP装置900にて進捗の比較を行い、最も研磨の遅れているところを重点的に研磨すればよいが、CMP装置900に比較機能がければ、終点検出信号出力手段にて照射位置毎の進捗を比較し、進捗の遅れている照射位置もしくは進捗の進んでいる照射位置を研磨進捗信号922として出力し、CMP装置900は、進捗の遅れている所を重点的に研磨し、進捗の進んでいる所は研磨しない研磨プロセスを実行してウェハ研磨面における研磨分布を小さくすることができる。

【0120】また、ウェハ面内の任意な点の研磨終点検出により研磨を終了する方法を以下に示す。研磨終了信号921は、終点検出信号出力手段にて、アルゴリズム進捗の比較で行ったのと同様に、全ての照射位置での進捗を比較して、任意に選択できる単独もしくは複数の照射位置において研磨終点を検出した時点で研磨終了信号921を出力する。CMP装置900は、研磨終了信号921を受けて研磨動作を終了する。この方法では、特に研磨されにくい点が予め分かっている場合に有効である。

【0121】更に、前工程からの面内分布の影響を受けたり、研磨ムラによる面内分布が存在する場合、部分的に研磨状態が良好な所と過研磨の所と研磨不足のところが1枚のウェハに混在することになり、この比によって歩留まりが大きく変わってしまうことも考えられる。この対処方法としては、任意に選択できる単独もしくは複数の照射位置で研磨終点を検出するのではなく、最初に研磨終点を検出した時間を保持して、この後、任意に選択できる単独もしくは複数の照射位置における研磨終点

【0122】以上説明のように本発明によれば、絶縁膜上のバリア膜が除去されたことを精度良く検出し、研磨終点として検出することのできる半導体ウェハの研磨終点検出方法ならびにその装置を提供できる。また、半導体ウェハ表面には研磨そのものによるムラや、前工程の成膜工程による研磨前膜厚バラツキなどによる研磨ムラを生じるが、これを全くムラのない状態にすることは困難である。本発明は、複数の測定系を用いてウェハ面上の研磨進行状況の分布を計測し、ウェハ研磨面上の任意位置の研磨終点を検出して研磨終了としたり、研磨が最も遅い部分の研磨終点で研磨を終了させる等半導体ウェハ表面上の研磨分布により研磨終点を適時変え、最適な研磨結果が得られるようにしたり、研磨ムラを減らす目的でCMP装置にウェハ研磨分布情報を伝えることができる。

【0123】更に、ある計測点に対し2種類以上の計測を行っている場合、その計測データを他の計測点の研磨終点判定に役立て、同一半導体ウェハ上であれば、どの計測点でも同じ研磨進行度合での計測データは同じ計測方法毎に等しくなるため、他の計測点に対し、より少ない種類の計測を行い、多い種類の計測点と比べ、行っていない種類の計測値を共通する種類の計測値を元に推測し計測の種類を少なくできる。また、本発明の半導体ウェハ研磨終点検出装置および方法は複数の測定系を用いてウェハ面上各点での研磨終点の検出を行い、研磨中に研磨進行度合いを表示することで、研磨ムラの具合を研磨中に確認できる。なお、本発明の研磨終点検出装置および方法は、金属配線形成後ではあるが配線以外の絶縁膜上のバリア膜が除去されていない半導体ウェハを対象として、複数の測定系を用いてウェハ面上各点での研磨終点の検出を行い、研磨中に研磨進行度合いを表示することで、研磨ムラの具合を研磨中に確認可能とし、更にウェハ面上各点における研磨状態を考慮し最適な研磨終点の検出を行うものであり、また研磨中に研磨進行度合いを把握し、研磨ムラを小さくする目的でCMP装置に研磨分布情報を与えることもできる。

【0124】

【発明の効果】以上説明のように本発明によれば、配線部分の金属膜とバリア膜を除く絶縁膜上のバリア膜が除去されたことを検出するため、金属膜が配線部分以外で除去され、かつバリア膜が除去されていない半導体ウェハを対象に、最終の研磨終点を精度良く検出することができる。また、ウェハ面上の任意の位置における研磨終点を検出、あるいは各点の研磨状況を組み合わせて判断し、研磨終了とすることが可能である。更に、複数の測定系を配置することによって、ウェハ面上の研磨終点

【0125】図1は、本発明の一実施形態に係る半導体ウェハの研磨装置の概略図である。

図1に示すように、本発明の研磨装置は、研磨盤10、研磨ヘッド20、研磨液供給装置30、研磨液回収装置40、研磨液循環装置50、研磨液循環ポンプ60、研磨液循環管70、研磨液循環管70の一端は研磨液供給装置30に接続され、他端は研磨液回収装置40に接続され、研磨液循環装置50は研磨液循環ポンプ60と研磨液循環管70とを介して研磨液供給装置30と研磨液回収装置40とを循環させる。

【0126】図2は、本発明の一実施形態に係る半導体ウェハの研磨装置の概略図である。

図2に示すように、本発明の研磨装置は、研磨盤10、研磨ヘッド20、研磨液供給装置30、研磨液回収装置40、研磨液循環装置50、研磨液循環ポンプ60、研磨液循環管70、研磨液循環管70の一端は研磨液供給装置30に接続され、他端は研磨液回収装置40に接続され、研磨液循環装置50は研磨液循環ポンプ60と研磨液循環管70とを介して研磨液供給装置30と研磨液回収装置40とを循環させる。

があれば、研磨中に研磨ムラをなくすようCMP装置にフィードバックできる。

【0125】また、同一ウェハ上では計測位置が違っていても同じ研磨進行程度なら計測データも同じであり、複数の測定系を配置して研磨進行度合の近い測定系からデータを推測して補間するため、パッドの揺動により測定系の一部の光路が遮られる場合においても、ある程度測定データが取得できれば、阻害された時点でのデータを補間できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明における半導体ウェハの研磨終点検出装置の第1の実施形態を示す図である。

【図2】 本発明において使用される半導体ウェハ表面の断面形状を示す図である。

【図3】 半導体ウェハの被研磨面上にある研磨液排除装置を示す図である。

【図4】 図1に示す第1の実施形態における終点検出装置の内部構成を示すブロック図である。

【図5】 研磨進行に伴う平均データの変化の一例と、研磨中における傾きデータの時間変化の一例を表すグラフである。

【図6】 第1の実施形態において演算部が実行するアルゴリズムaの実行手順をフローチャートで示した図である。

【図7】 本発明における半導体ウェハの研磨終点検出装置の他の実施形態（第2の実施形態）を示す図である。

【図8】 図7に示す第2の実施形態における終点検出装置の内部構成を示すブロック図である。

【図9】 研磨進行に伴う平均データの変化の一例と、研磨中における傾きデータの時間変化の一例を表すグラフである。

【図10】 本発明の第2の実施形態において演算部が実行するアルゴリズムbの実行手順をフローチャートで

示した図である。

【図11】 本発明の第3の実施形態における終点検出装置の内部構成を示すブロック図である。

【図12】 研磨進行に伴う平均データの変化の一例と、研磨中における傾きデータの時間変化の一例を表すグラフである。

【図13】 第4の実施形態において演算部が実行するアルゴリズムcの実行手順をフローチャートで示した図である。

【図14】 本発明の第4の実施形態において、平均算出部、傾き算出部の動作をフローチャートで示した図である。

【図15】 本発明における半導体ウェハの研磨終点検出装置の第5の実施形態を示す図である。

【図16】 図15に示す実施形態において使用される終点検出装置の内部構成を示すブロック図である。

【図17】 アルゴリズムdを実行する演算部の動作手順をフローチャートで示した図である。

【図18】 本発明における第7の実施形態の動作をフローチャートで示した図である。

【図19】 本発明における第7の実施形態にて使用されるマトリクステーブルを（表1）として示した図である。

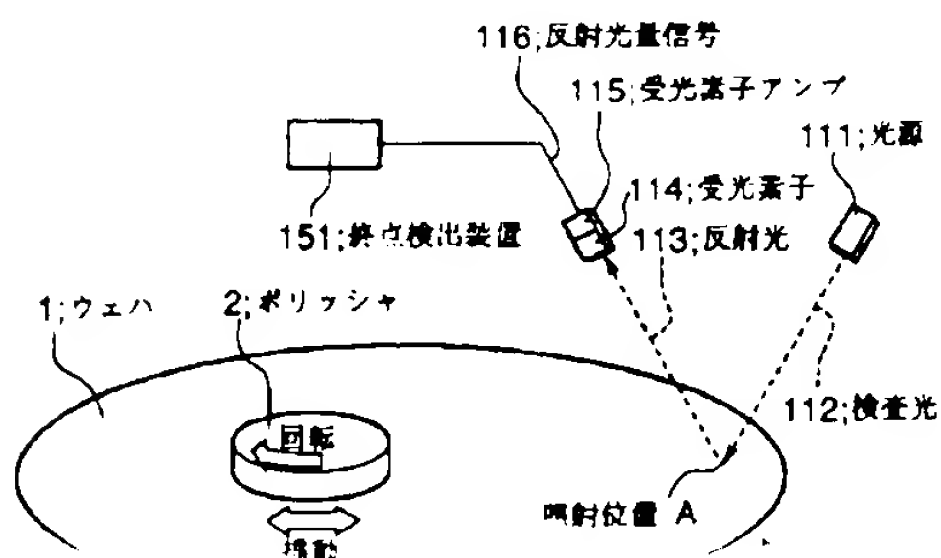
【図20】 本発明の第8の実施形態における絶縁膜のみのウェハを研磨した波形の一例を示す図である。

【図21】 本発明における半導体ウェハの研磨終点検出装置の第9の実施形態を示すブロック図である。

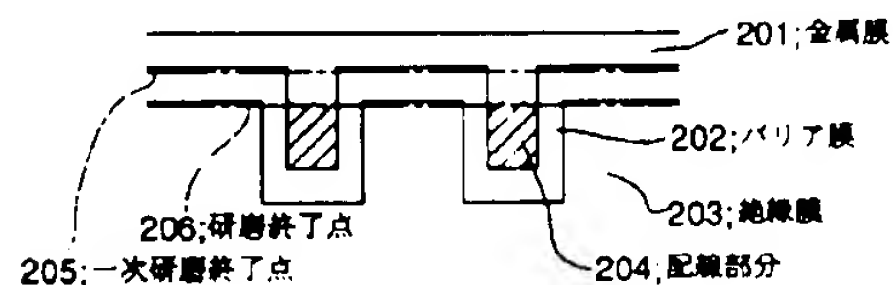
#### 【符号の説明】

1…ウェハ、2…ポリッシャ、3…研磨液、4…研磨液排除装置、111…光源、112…検査光、113…反射光、114…受光素子、115…受光素子アンプ、116…反射光量信号、151…終点検出装置、411…平均値算出部、413…傾き算出部、416…アルゴリズム演算部、900…CMP装置

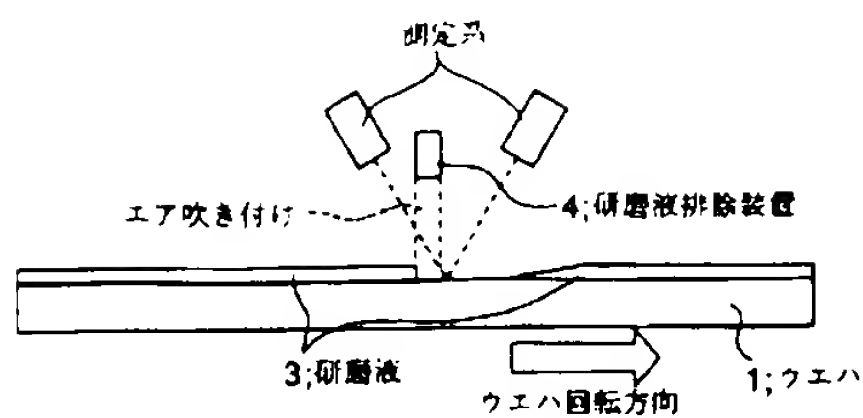
【図1】



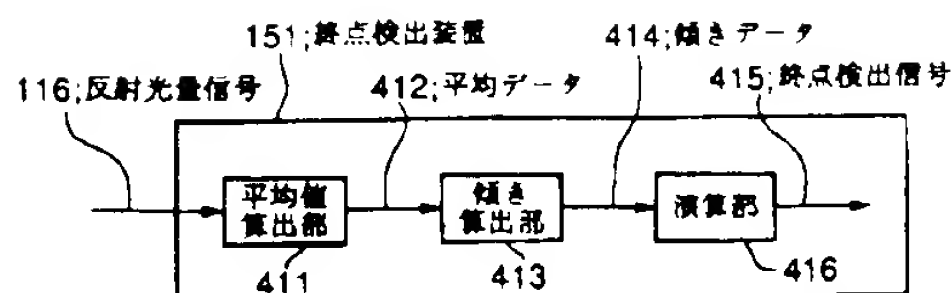
【図2】



【図3】



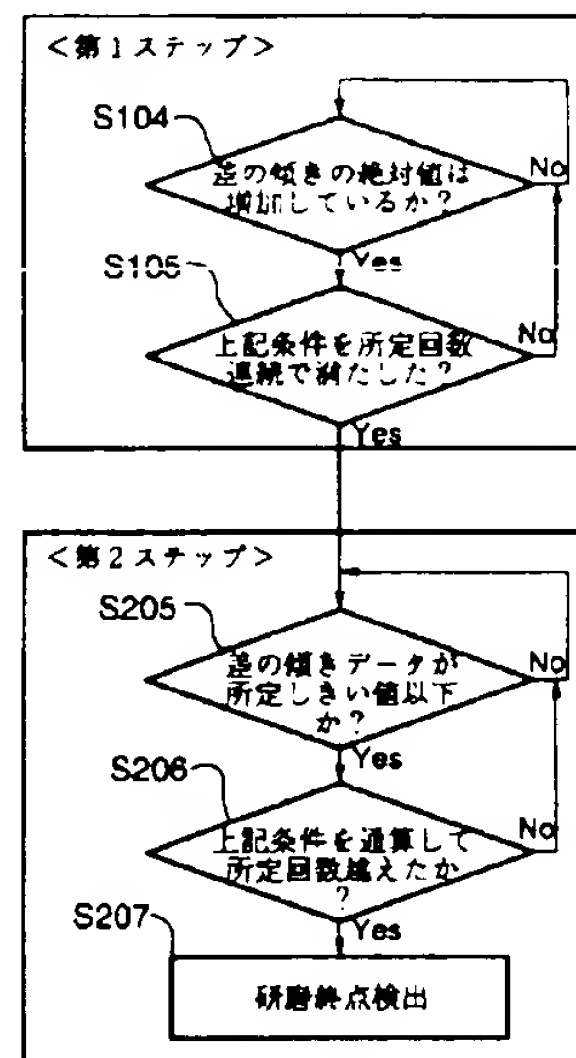
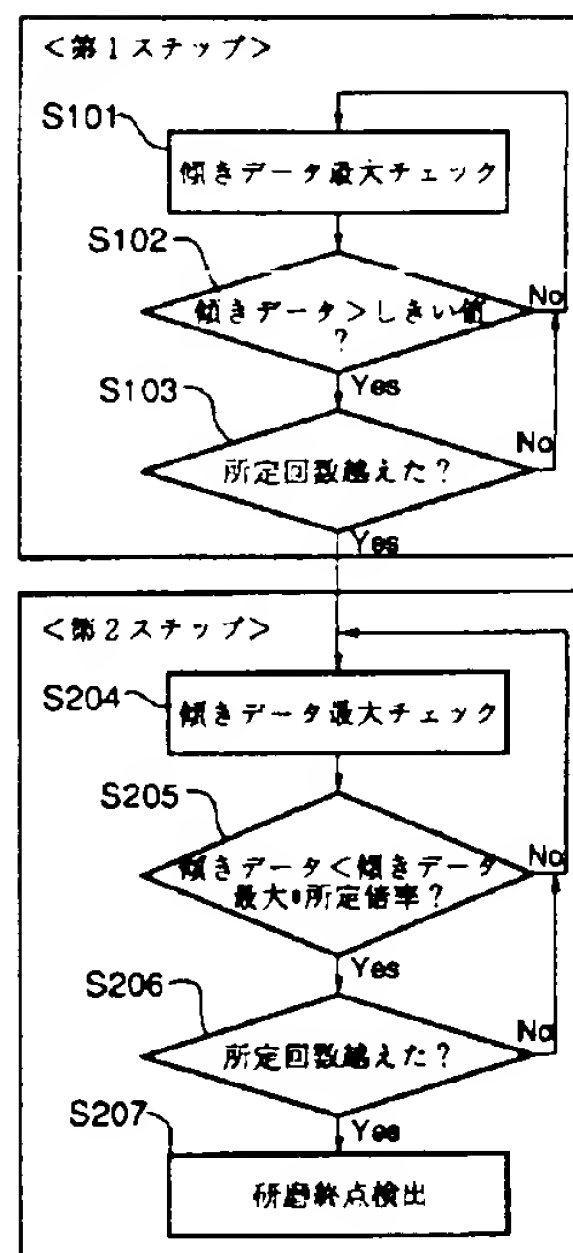
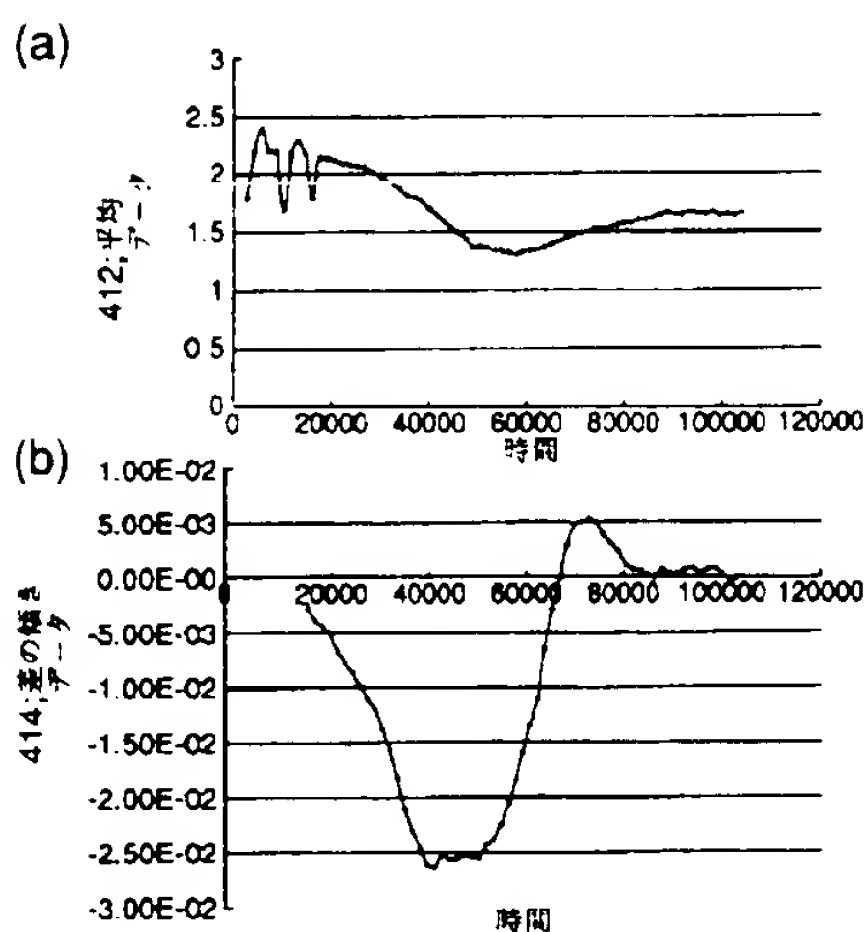
【図4】



【図6】

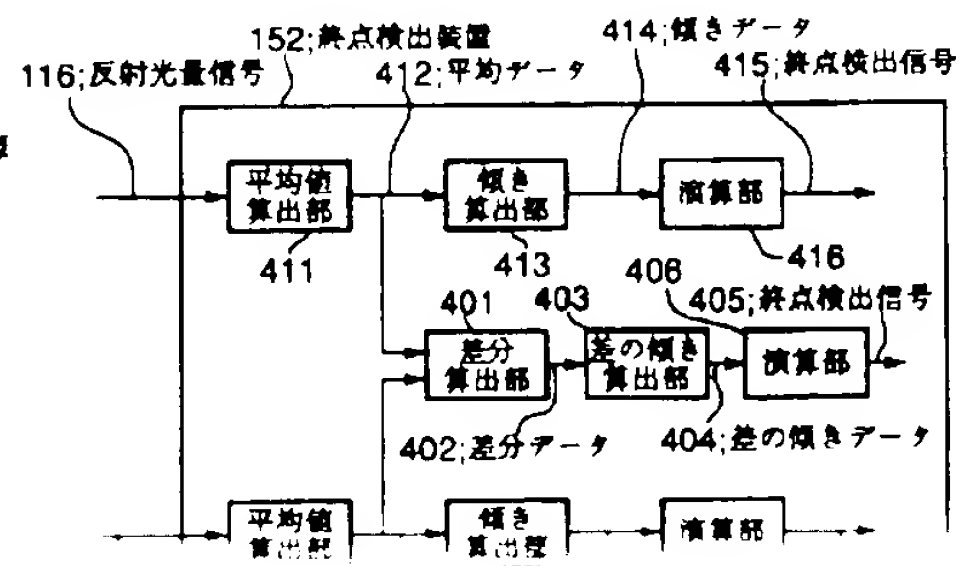
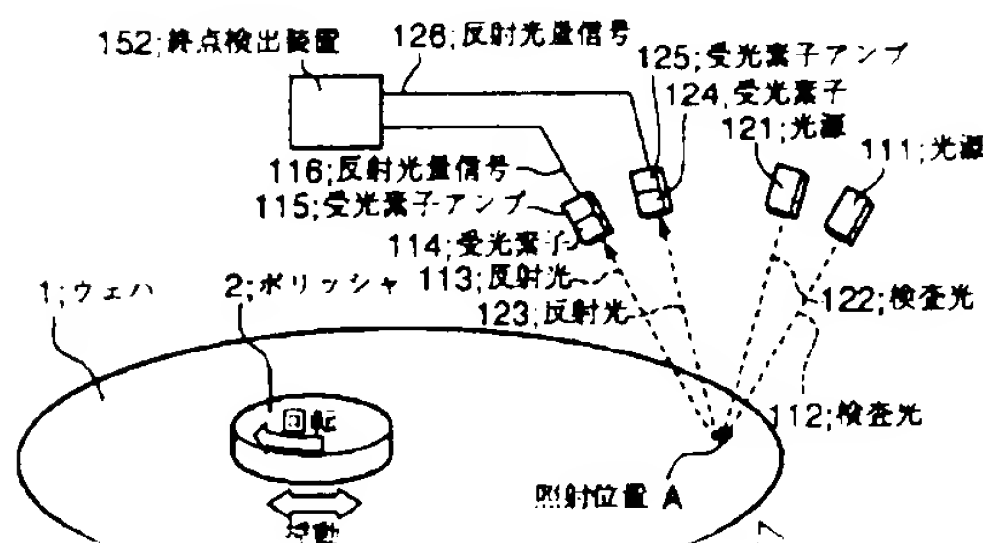
【図10】

【図5】



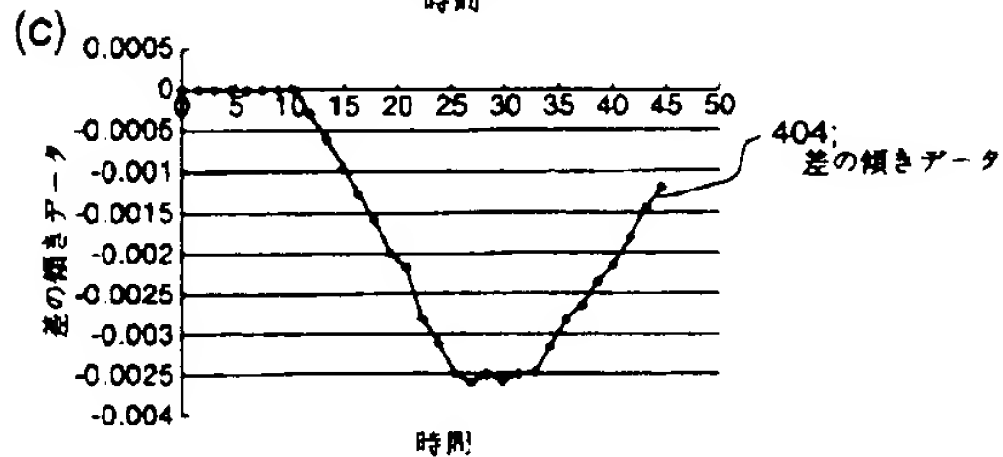
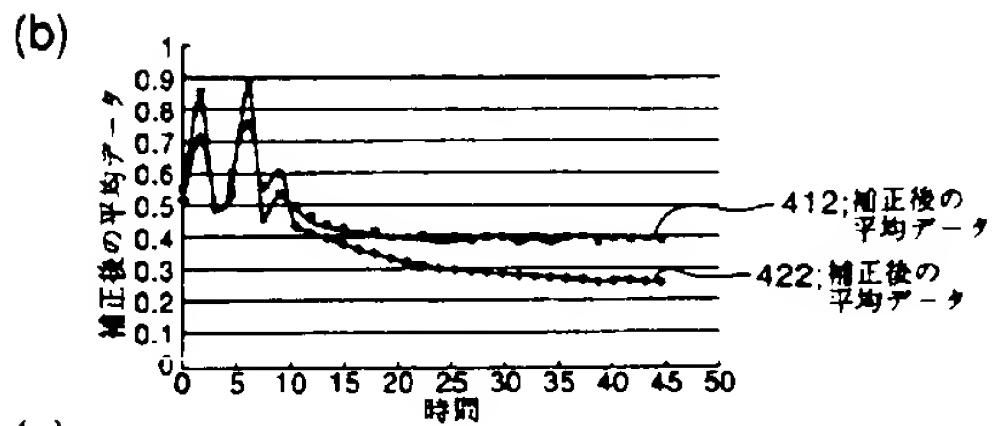
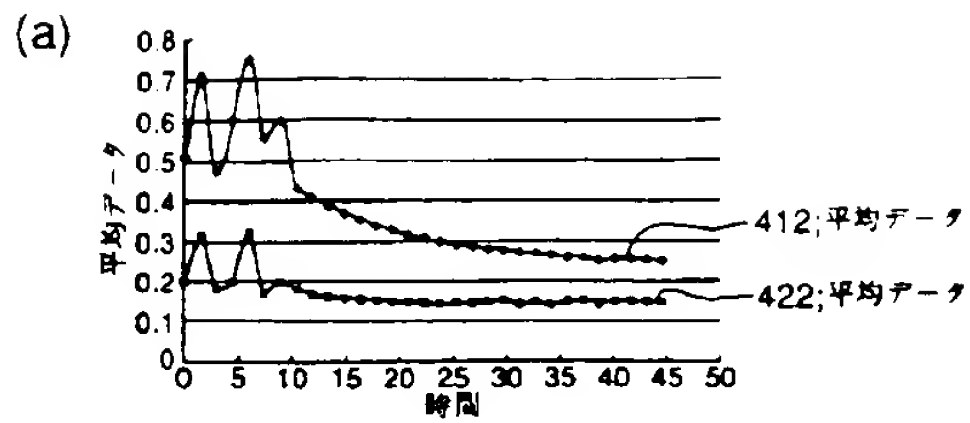
【図7】

【図8】

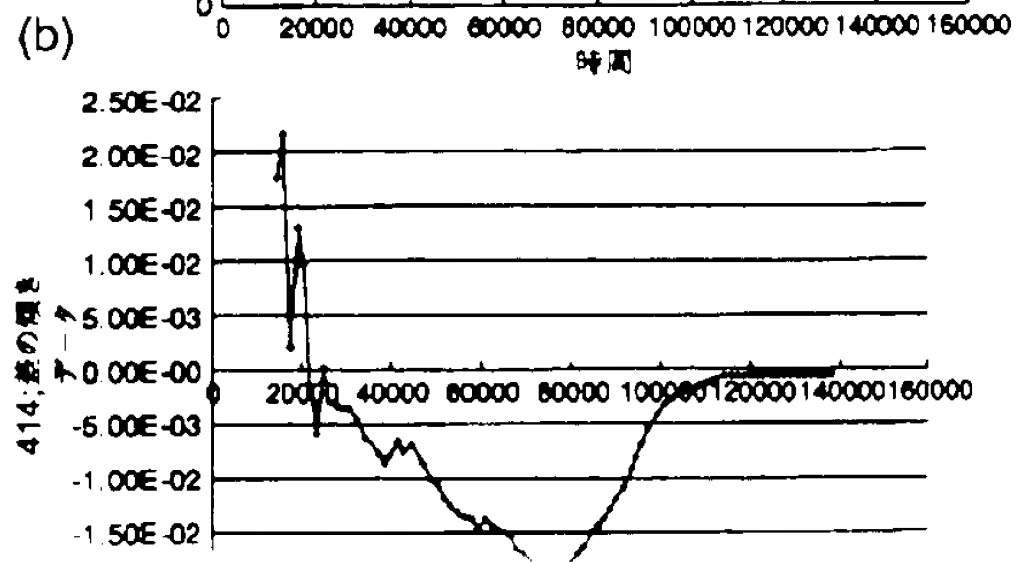
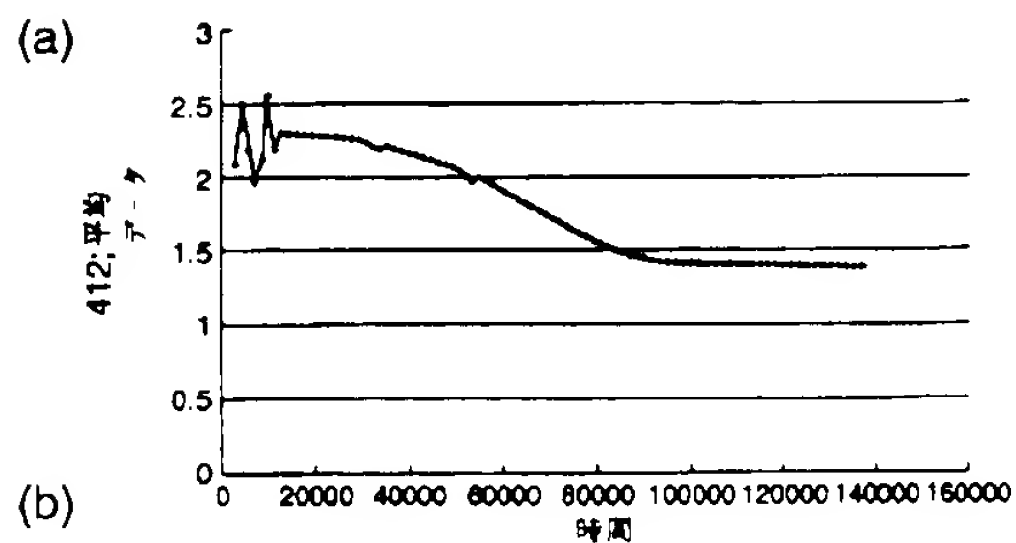




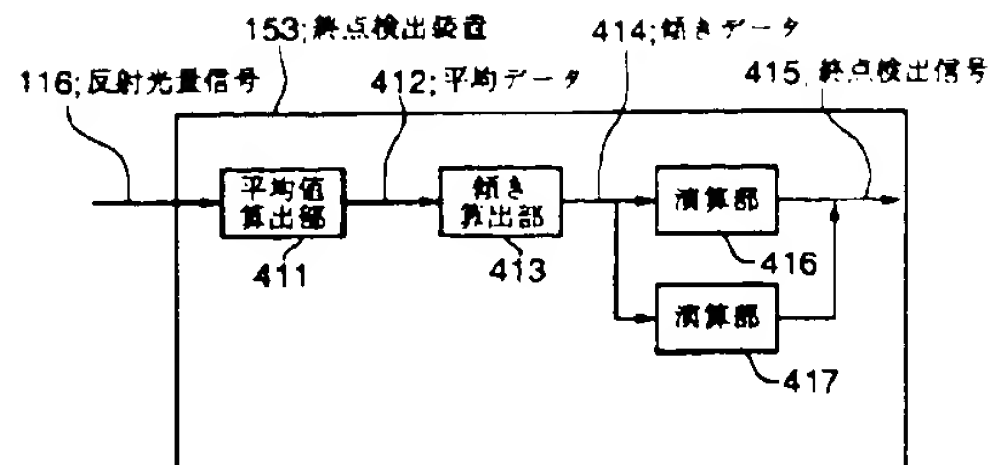
【図9】



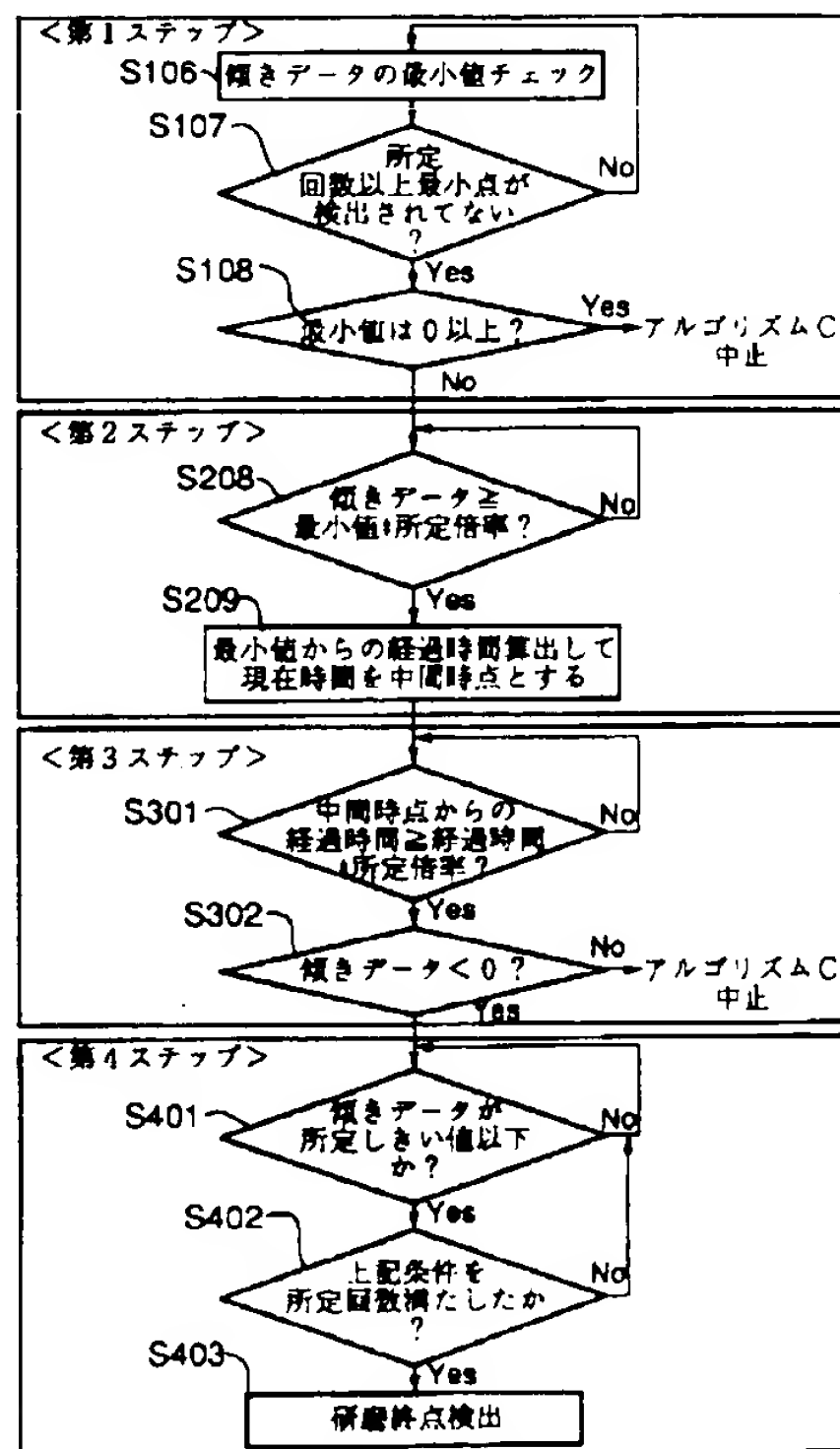
【図12】



【図11】



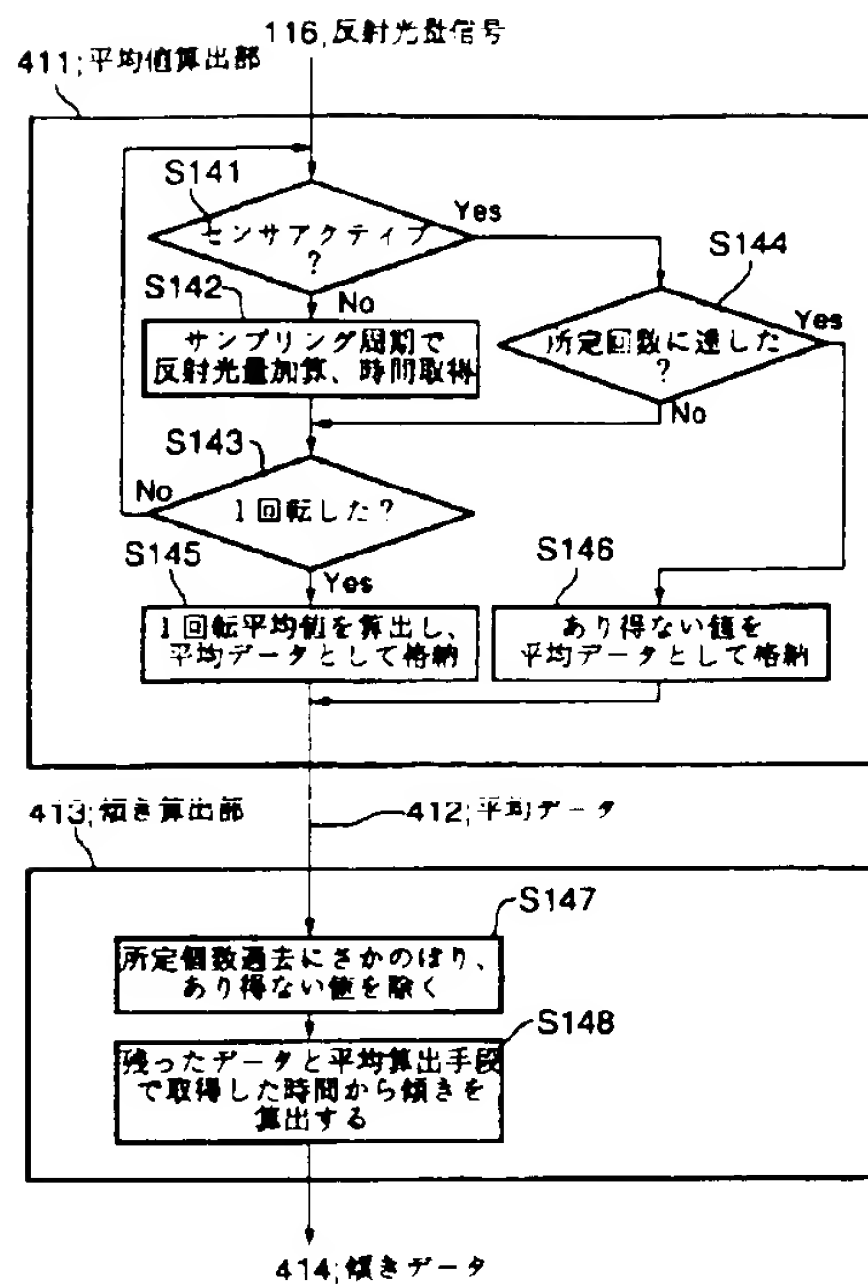
【図13】



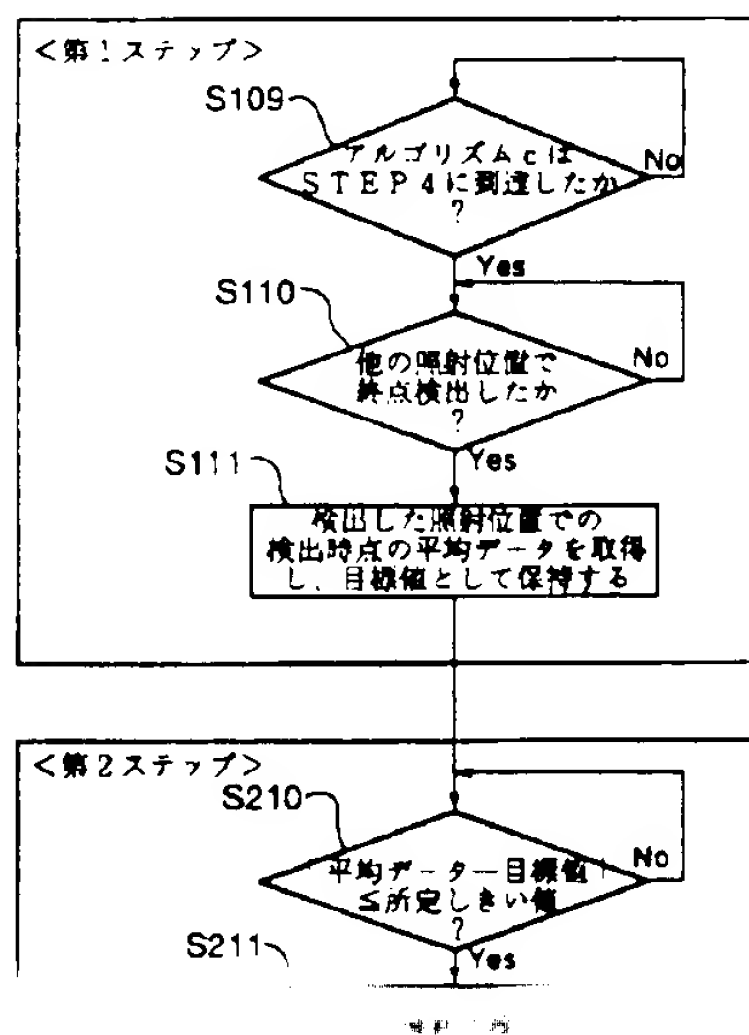
【図19】

	アルゴリズム a	アルゴリズム b	アルゴリズム c	アルゴリズム d
STEP	1/2	1/3	1/2	1/3
STEP	2/3	2/3	2/3	2/3
STEP	3/4	3/4	3/4	3/4
STEP	4/5	4/5	4/5	4/5
STEP	5/6	5/6	5/6	5/6
STEP	6/7	6/7	6/7	6/7
STEP	7/8	7/8	7/8	7/8
STEP	8/9	8/9	8/9	8/9
STEP	9/10	9/10	9/10	9/10
STEP	10/11	10/11	10/11	10/11
STEP	11/12	11/12	11/12	11/12
STEP	12/13	12/13	12/13	12/13
STEP	13/14	13/14	13/14	13/14
STEP	14/15	14/15	14/15	14/15
STEP	15/16	15/16	15/16	15/16
STEP	16/17	16/17	16/17	16/17
STEP	17/18	17/18	17/18	17/18
STEP	18/19	18/19	18/19	18/19
STEP	19/20	19/20	19/20	19/20
STEP	20/21	20/21	20/21	20/21
STEP	21/22	21/22	21/22	21/22
STEP	22/23	22/23	22/23	22/23
STEP	23/24	23/24	23/24	23/24
STEP	24/25	24/25	24/25	24/25
STEP	25/26	25/26	25/26	25/26
STEP	26/27	26/27	26/27	26/27
STEP	27/28	27/28	27/28	27/28
STEP	28/29	28/29	28/29	28/29
STEP	29/30	29/30	29/30	29/30
STEP	30/31	30/31	30/31	30/31
STEP	31/32	31/32	31/32	31/32
STEP	32/33	32/33	32/33	32/33
STEP	33/34	33/34	33/34	33/34
STEP	34/35	34/35	34/35	34/35
STEP	35/36	35/36	35/36	35/36
STEP	36/37	36/37	36/37	36/37
STEP	37/38	37/38	37/38	37/38
STEP	38/39	38/39	38/39	38/39
STEP	39/40	39/40	39/40	39/40
STEP	40/41	40/41	40/41	40/41
STEP	41/42	41/42	41/42	41/42
STEP	42/43	42/43	42/43	42/43
STEP	43/44	43/44	43/44	43/44
STEP	44/45	44/45	44/45	44/45
STEP	45/46	45/46	45/46	45/46
STEP	46/47	46/47	46/47	46/47
STEP	47/48	47/48	47/48	47/48
STEP	48/49	48/49	48/49	48/49
STEP	49/50	49/50	49/50	49/50
STEP	50/51	50/51	50/51	50/51
STEP	51/52	51/52	51/52	51/52
STEP	52/53	52/53	52/53	52/53
STEP	53/54	53/54	53/54	53/54
STEP	54/55	54/55	54/55	54/55
STEP	55/56	55/56	55/56	55/56
STEP	56/57	56/57	56/57	56/57
STEP	57/58	57/58	57/58	57/58
STEP	58/59	58/59	58/59	58/59
STEP	59/60	59/60	59/60	59/60
STEP	60/61	60/61	60/61	60/61
STEP	61/62	61/62	61/62	61/62
STEP	62/63	62/63	62/63	62/63
STEP	63/64	63/64	63/64	63/64
STEP	64/65	64/65	64/65	64/65
STEP	65/66	65/66	65/66	65/66
STEP	66/67	66/67	66/67	66/67
STEP	67/68	67/68	67/68	67/68
STEP	68/69	68/69	68/69	68/69
STEP	69/70	69/70	69/70	69/70
STEP	70/71	70/71	70/71	70/71
STEP	71/72	71/72	71/72	71/72
STEP	72/73	72/73	72/73	72/73
STEP	73/74	73/74	73/74	73/74
STEP	74/75	74/75	74/75	74/75
STEP	75/76	75/76	75/76	75/76
STEP	76/77	76/77	76/77	76/77
STEP	77/78	77/78	77/78	77/78
STEP	78/79	78/79	78/79	78/79
STEP	79/80	79/80	79/80	79/80
STEP	80/81	80/81	80/81	80/81
STEP	81/82	81/82	81/82	81/82
STEP	82/83	82/83	82/83	82/83
STEP	83/84	83/84	83/84	83/84
STEP	84/85	84/85	84/85	84/85
STEP	85/86	85/86	85/86	85/86
STEP	86/87	86/87	86/87	86/87
STEP	87/88	87/88	87/88	87/88
STEP	88/89	88/89	88/89	88/89
STEP	89/90	89/90	89/90	89/90
STEP	90/91	90/91	90/91	90/91
STEP	91/92	91/92	91/92	91/92
STEP	92/93	92/93	92/93	92/93
STEP	93/94	93/94	93/94	93/94
STEP	94/95	94/95	94/95	94/95
STEP	95/96	95/96	95/96	95/96
STEP	96/97	96/97	96/97	96/97
STEP	97/98	97/98	97/98	97/98
STEP	98/99	98/99	98/99	98/99
STEP	99/100	99/100	99/100	99/100

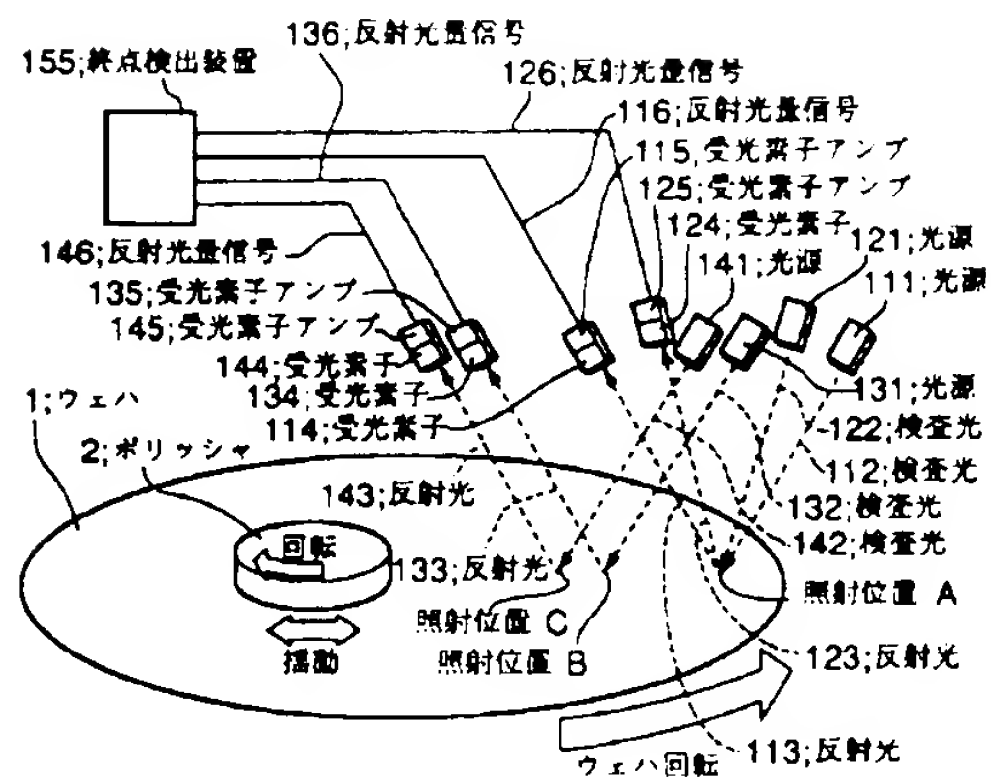
【図14】



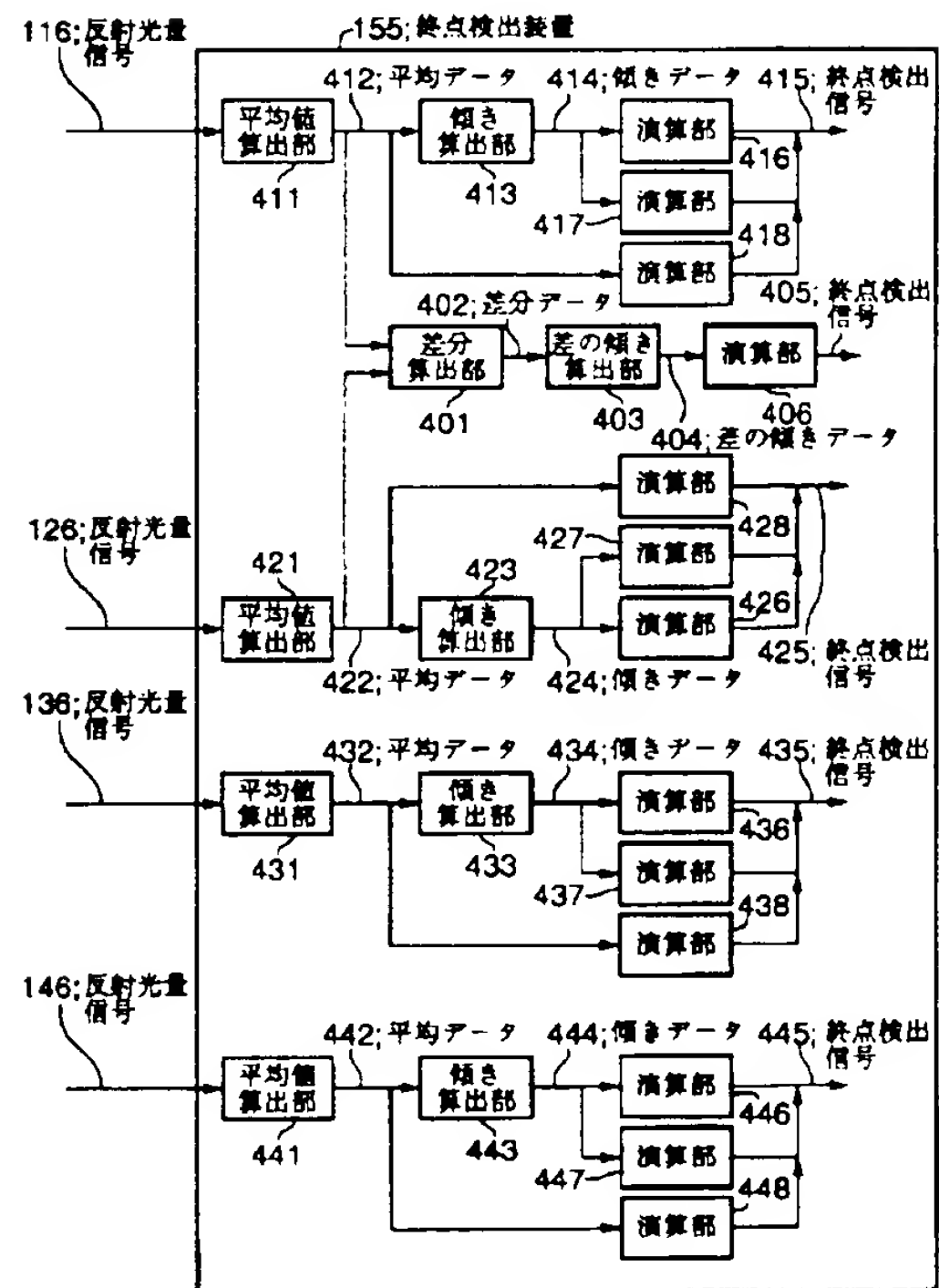
【図17】



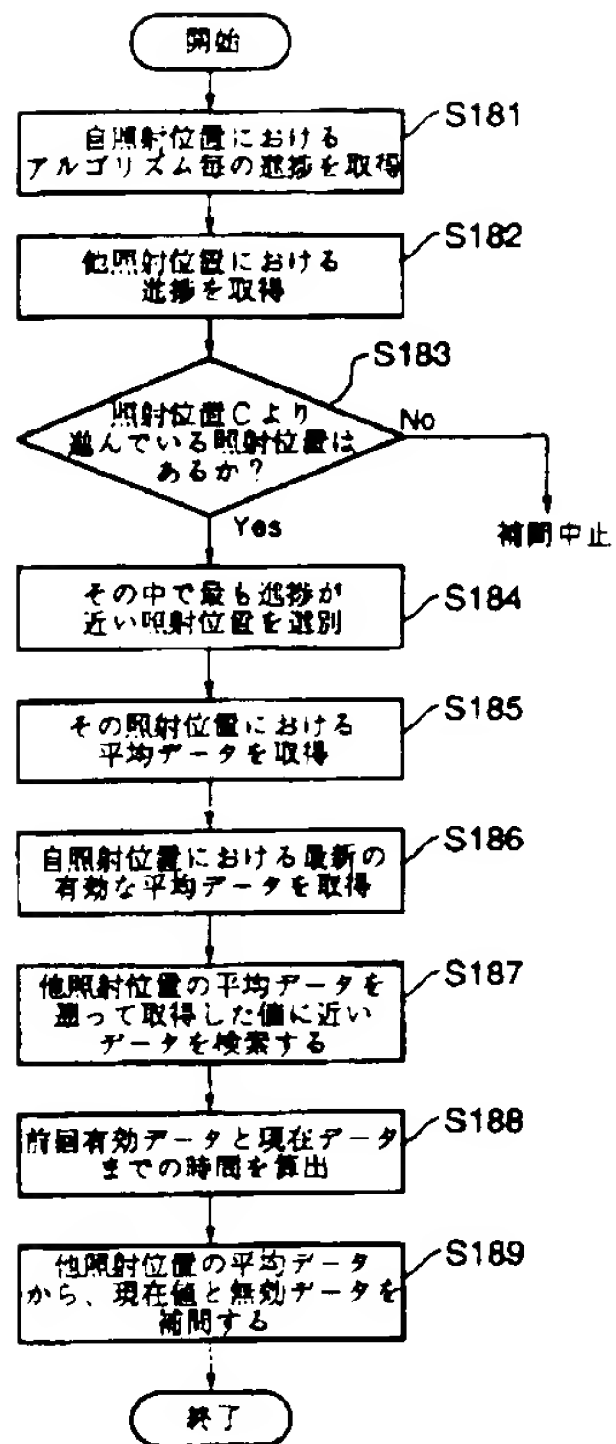
【図15】



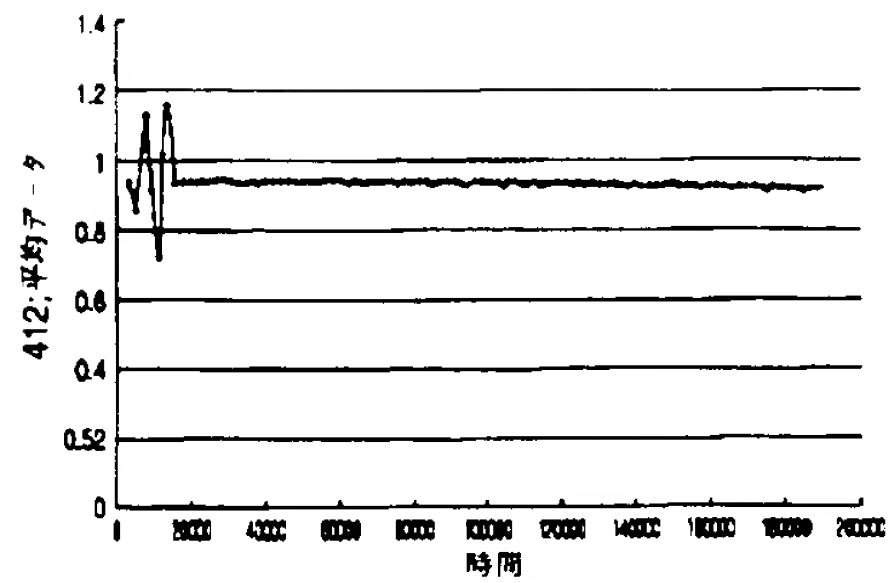
【図16】



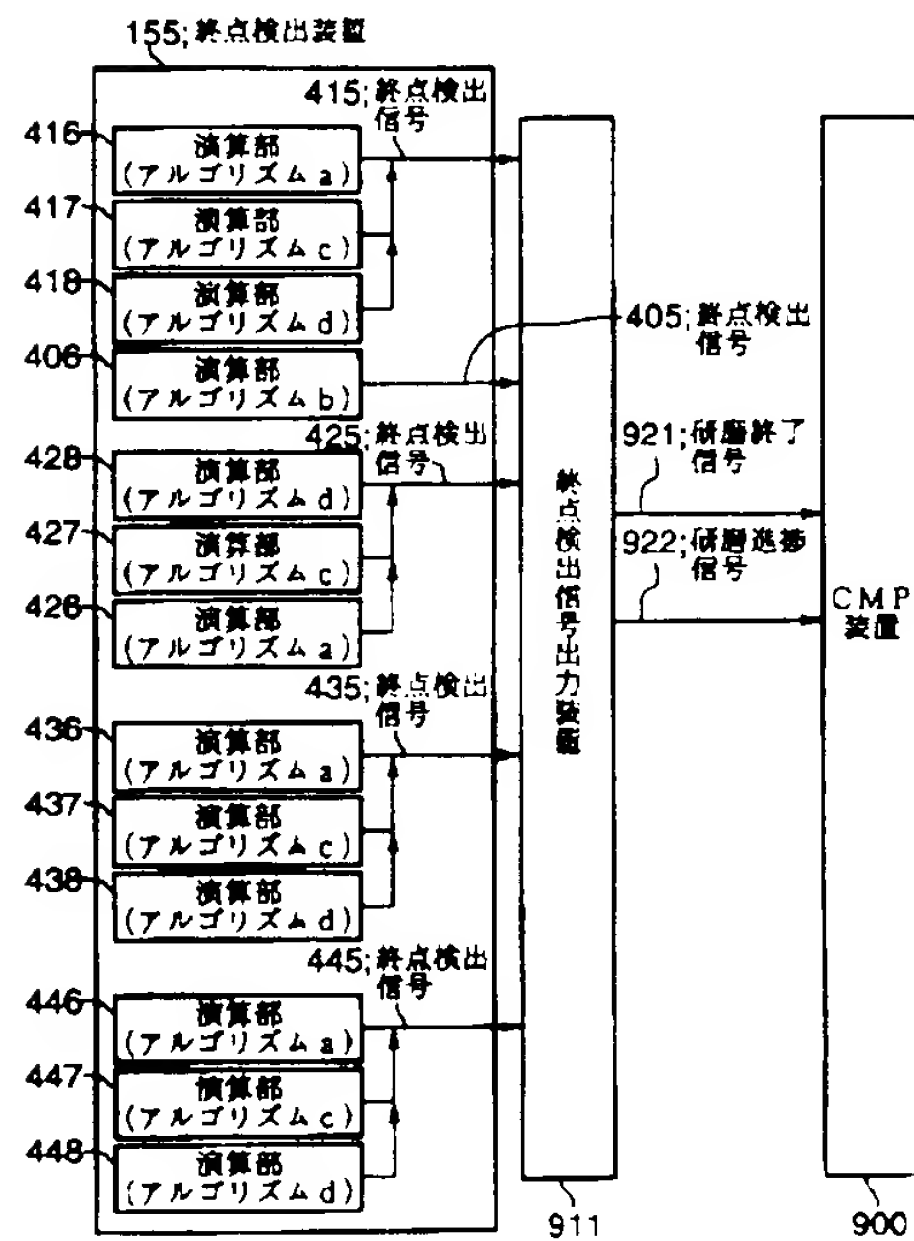
【図18】



【図20】



【図21】



フロントページの続き

(72)発明者 大川 勝久  
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株  
式会社内

Fターム(参考) 3C058 AC01 AC02 BA07 BB06 BB08  
BB09 BC02 BC03 DA12 DA17